

**WACHSTUMSFÖRDERER IN DER SCHWEINEMAST
EINFLUSS AUF DIE NÄHRSTOFFABSORPTION**

WERNER ENGLISH

Disbui. München

1988





Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Physiologie, Physiologische Chemie
und Ernährungsphysiologie
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Geschäftsführender Vorstand: Prof. Dr. H. Zucker

Angefertigt unter Leitung von:
Prof. Dr. J. Gropp

WACHSTUMSFÖRDERER IN DER SCHWEINEMAST
EINFLUSS AUF DIE NÄHRSTOFFABSORPTION

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Werner Englisch
aus
München

München, 1988

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. M. Rüsse

Referent: Prof. Dr. J. Gropp

Korreferent: Prof. Dr. H. Berner

Tag der Promotion: 29. Juli 1988

Meiner Mutter

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. LITERATUR	3
3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	19
4. DISKUSSION	51
5. ZUSAMMENFASSUNG	59
5.1 SUMMARY	61
6. LITERATURVERZEICHNIS	63
ANHANG I	73
ANHANG II	87
ANHANG III	97
DANK	
LEBENS LAUF	

1. EINLEITUNG

Es ist bekannt, daß die Verwertung eines hinsichtlich seiner Zusammensetzung ausgewogenen Futtermittels durch geeignete Zusätze verbessert werden kann (HILLEMEIR et al., 1987; SCHNEIDER und MÜLLER, 1974).

Als mögliche Futterzusatzstoffe sind zu nennen: einmal die Gruppe der anabol wirkenden Hormone (KARG, 1986; SETTLER, 1987), deren Anwendung in der Tierproduktion gesetzlich verboten ist, zum anderen die sogenannten Probiotika, eine sehr uneinheitlich zusammengesetzte Gruppe, die Mikroorganismen, Verdauungsenzyme, organische Säuren sowie ein Kupfersalz umfaßt (BROZ und SCHULZE, 1987; HOPPENBROCK und GLIMM, 1987; GEDEK, 1985; MEYER und KRÖGER, 1973). Die wichtigste Gruppe schließlich umfaßt antimikrobiell wirksame Substanzen - Antibiotika und Chemobiotika.

Die Geschichte der letztgenannten Gruppe beginnt in den 40er Jahren mit der Verfütterung von Penicillinmycelien an Schafe in England, Ziel war das Recycling von Fermentationsrückständen der pharmazeutischen Industrie, das Ergebnis eine verschlechterte Futtermittelverwertung (SCHÜRCH, 1983). 1950 wiesen JUKES et al. die wachstumsfördernde Wirkung des Antibiotikums Aureomycin am Schwein nach. Damit begann die systematische Untersuchung fast aller damals vorhandenen und in den Folgejahren entwickelten antimikrobiell wirkenden Stoffen an allen Nutztierspezies.

Eine Förderung des Wachstums trägt zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit in der Tierproduktion bei, sei es durch eine verkürzte Mastdauer, die einen schnelleren Umtrieb erlaubt, vor allem aber durch die Einsparung von Futtermitteln. Die Bedeutung des Futtermittelspareffektes und damit des Einsparens von Futterprotein ist nicht nur in der Kosten-Nutzen-Rechnung des einzelnen Produzenten evident, sondern wirkt sich auch positiv auf Ökologie und Volksökonomie aus (ZUCKER, 1986).

In zahlreichen Versuchen wird die Leistungssteigerung durch Ermittlung der Parameter Futterverbrauch, Lebendmassenzunahme und der daraus errechneten Futtermittelverwertung quantifiziert. Die Frage

nach der Wirkungsweise der eingesetzten Leistungsförderer ist bis heute nicht restlos geklärt, allerdings liegen zahlreiche, allgemein anerkannte Einzelbefunde vor. Dazu zählt die Beobachtung, daß Leistungsförderer auf den Protein- und Energiestoffwechsel Einfluß nehmen.

Die vorliegende Arbeit soll nun den Einfluß von vier verschiedenen antimikrobiell wirksamen Stoffen auf die scheinbare Verdaulichkeit der Futterrockensubstanz, des Rohproteins und der Energie aufzeigen. Dazu wurden in drei Schweinemastversuchen jeweils zwei Stoffe miteinander verglichen: im ersten Versuch das Makrolidantibiotikum Tylosin und das Chinoxalinderivat Carbadox, im zweiten Versuch Tiamulin und Tylosin und im dritten Versuch schließlich die beiden Diterpenantibiotika Pleuromulin und Tiamulin. In jedem Versuch wurden die Werte der scheinbaren Rohnährstoffverdaulichkeit bestimmt. Die Ermittlung des Futterverzehrs, der Lebendmassenzunahme und der Futterverwertung erfolgte gesondert; die entsprechenden Versuchsergebnisse werden den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen in einer tabellarischen Übersicht vorangestellt.

2. LITERATUR	4
2.1 RECHTLICHE SITUATION	4
2.2 WIRKUNGSWEISE	6
2.3 EINFLUSS VERSCHIEDENER LEISTUNGSFÖRDERER AUF DIE VERDAULICHKEIT DER ROHNÄHRSTOFFE BEIM SCHWEIN	9
2.3.1 Tetrazykline	9
2.3.2 Makrolidantibiotika	11
2.3.3 Aminoglykosidantibiotika	12
2.3.4 Polyetherantibiotika	14
2.3.5 Nitrofuranderivate	15
2.3.6 Chinoxalinderivate	15

In einer kurzen Literaturübersicht soll auf die rechtliche Situation und auf Befunde zur Wirkungsweise eingegangen werden. Ferner wird über Untersuchungen bezüglich des Einflusses von Leistungsförderern auf die Rohrnährstoffverdaulichkeit berichtet.



2.1 RECHTLICHE SITUATION

Wachstumsförderer sind in der Richtlinie Nr. 70/524/EWG des Rates vom 23.11.1970 über Zusatzstoffe in der Tierernährung (ABl.EG.Nr.L270, S.1) im Artikel 2 definiert als Stoffe oder Zubereitungen, die geeignet sind, bei Verwendung in Futtermitteln die tierische Erzeugung zu beeinflussen. Sie unterliegen folglich dem nationalen Futtermittelrecht (ENTEL, 1985) und auch dem Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (§15).

Im Futtermittelgesetz werden drei Hauptziele verfolgt, die Erhaltung bzw. Verbesserung der Nutztierleistung und der präventive Gesundheitsschutz einerseits des Menschen und andererseits des Tieres (§1). Aus dem Gesundheitsschutzgedanken heraus verbietet es die Herstellung, in Verkehrbringung und Verfütterung aller Futtermittel, die diesem Grundprinzip entgegenwirken (§3). In der Futtermittelverordnung (Anlage 3) werden die "Zusatzstoffe, die die Futterverwertung verbessern" aufgeführt und für jeden Wirkstoff die Tierart, das Höchstalter des Tieres für die Verabreichung, die minimale und maximale Dosierung und die Wartezeit, die zwischen Verabreichung und Schlachtung einzuhalten ist, festgeschrieben. Für das Schwein ergibt sich (Stand Januar 1987):

LEISTUNGSFÖRDERER

	Schwein		Ferkel	
	Dosierung	Lebensalter	Dosierung	Lebensalter
	(ppm)		(ppm)	
<u>ANTIBIOTIKA</u>				
Avoparcin	5 - 20	6 Monate	10 - 40	4 Monate
Flavophospholipol	1 - 20	6 Monate	-	-
Spiramycin	5 - 20	6 Monate	5 - 50	4 Monate
Tylosinphosphat	5 - 20	6 Monate	5 - 40	4 Monate
Virginiamycin	5 - 20	6 Monate	5 - 50	4 Monate
Zink-Bacitracin	5 - 20	6 Monate	5 - 50	4 Monate

ANDERE STOFFE, DIE DIE FUTTERVERWERTUNG VERBESSERN

Nitrovin	5 - 15	6 Monate	10 - 25	10 Wochen
Olaquinox	15 - 50	4 Monate	-	-

Carbadox war für Schweine bis 4 Monate in einer Dosierung bis 50 ppm mit einer Wartezeit von 4 Wochen bis zum 31.12.86 zugelassen, wurde wegen möglicher kanzerogener Wirkung aus der Liste gestrichen, wird aber entsprechend Richtlinie 87/317/EWG wieder in die Wirkstoffliste aufgenommen werden (ROJAHN, 1987).

Für die Zulassung eines Wachstumsförderers im Sinne des Futtermittelgesetzes gelten strenge Maßstäbe. Neben dem Nachweis der Wirksamkeit, der optimalen Dosierung, der akuten und der chronischen Toxizität (an mindestens zwei Tierarten) und des Verhaltens im Tierkörper (Absorption, Verteilung, Stoffwechsel, Ausscheidung, Rückstand) müssen Analysenverfahren für den betreffenden Wirkstoff, sowohl im Tierkörper, als auch in den Ausscheidungen, sowie die Bildung von Umsetzungsprodukten und Rückständen nachgewiesen werden (GROPP, 1983). Bis Ende 1988 muß für jeden Zusatzstoff, auch wenn er bereits zugelassen ist, eine Monographie erstellt werden, die über Analysenverfahren, Identifizierungsmöglichkeiten und physikalisch-chemische, sowie biologische Eigenschaften informiert.

Die Kriterien für die Zulassung eines Futterzusatzstoffes in der EG lassen sich zusammenfassend (ENTEL, 1985) so darstellen:

- günstige Auswirkung auf die Beschaffenheit der Futtermittel oder die tierische Erzeugung
- Unschädlichkeit für Mensch, Tier und Umwelt
- keine ungünstige Veränderung tierischer Erzeugnisse
- keine heilende oder prophylaktische Wirkung bei Tierkrankheiten (ausgenommen Kokzidiostatika) in der zugelassenen Dosierung
- Kontrollierbarkeit in Futtermitteln
- nicht aus gesundheitlichen Gründen der ärztlichen oder tierärztlichen Anwendung vorbehalten

Der Gesetzgeber hofft damit, einen optimalen Schutz des Verbrauchers und des Tieres zu erreichen.

2.2 WIRKUNGSWEISE

Seit über 40 Jahren werden antimikrobielle Stoffe als Wachstumsförderer in der Tierproduktion eingesetzt (SCHÜRCH, 1983). Zahlreiche Versuche sollten die Wirkungsweise dieser Substanzen klären. Dabei entwickelten sich zwei, von unterschiedlichen Ansatzpunkten ausgehende Theorien, die Floratheorie und die Intermediärtheorie, die beide kurz dargestellt werden.

In einer Literaturübersicht fassen MENKE und KRAMPITZ (1973) die Ergebnisse seit 1950 zusammen. Dabei steht die Wirkung der Wachstumsförderer auf die Darmflora im Mittelpunkt.

Die Hemmung bakterieller Urease, Desaminase und Decarboxylase (VISEK, 1978; BICKEL, 1983; DIERICK et al., 1986) führt zur Senkung des mikrobiellen Abbaues von Protein, Aminosäuren und Harnstoff im Dünndarm und so zur Verminderung der Konzentration des Ammoniaks und biogener Amine (DIERICK et al., 1986; HENNIG et al., 1986). Auf die zellschädigenden und immunsuppressiven Eigenschaften des Ammoniaks weist VISEK (1978) hin, auch die Nukleinsäuresynthese wird durch NH_3 vermindert. Die Senkung der Ammoniakkonzentration bedingt eine geringere Zahl von Zellen in der Lamina propria mucosae des Dünndarmes mit einer verlängerten turn-over-Zeit und einem erhöhten DNS-Gehalt pro Einheit Zellprotein. Ferner sinkt die Erkrankungshäufigkeit (disease-level) in einem Tierbestand, da die Immunabwehr einer geringeren toxischen Belastung unterliegt (CROMWELL, 1983).

Um weniger Zellen mit einer durchschnittlich längeren Lebensdauer zu ersetzen, benötigt der Organismus weniger Nahrungsprotein (BICKEL, 1983). Eine dünnere Mukosa absorbiert Nährstoffe besser (DIERICK et al., 1986). Leistungsförderer lösen einen Proteinspareffekt aus, den CHAWLA et al. (1976) experimentell an Ratten belegten. Sie beobachteten, daß Neomycin, Bacitracin und Polymyxin B nur dann eine Wachstumssteigerung bewirken, wenn die Futterration entweder einen Mangel an essentiellen Aminosäuren oder ein allgemeines Proteindefizit aufweist, bei optimaler Proteinversorgung jedoch wirkungslos bleiben. GROPP (1976) zeigt eine Korrelation zwischen Wirkungsintensität und Lysinmangel in einer Ferkelration auf. DIERICK et al. (1986) weisen die

Verdaulichkeitsverbesserung des Proteins und einiger Aminosäuren durch Virginiamycin und Spiramycin im Dünndarm des Schweines nach. Durch Virginiamycin wird die biologische Wertigkeit des Proteins angehoben. Als mögliche Ursachen für die bessere Nährstoffausnutzung führen die Autoren die längere Passagezeit der Ingesta im Dünndarm, eine herabgesetzte Inaktivierung der Pankreasenzyme durch die Dünndarmflora und eine erhöhte Konzentration an Transportenzymen (AP, $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$, Aminopeptidase) in den Mucosazellen an. Einen signifikanten Anstieg der Dipeptidase in der Darmwand für Avoparcin zeigten PARKER et al. (1984). Weitere Folge der gesenkten Ammoniakkonzentration ist die Entlastung des Organismus von endotherm ablaufenden Entgiftungsreaktionen (VERVAECKE et al., 1979).

MENKE und KRAMPITZ (1973) weisen auf eine verbesserte Glucoseausnutzung hin, VERVAECKE et al. (1979) zeigen in einer "in-vitro"-Studie einen quantitativen, kohlenhydratsparenden und einen qualitativen Einfluß von Spiramycin und Virginiamycin auf die bakterielle Umsetzung einer Laktoseration beim Ferkel, der zur Bildung von weniger freien Fettsäuren und zu weniger Laktat führt und Nettoenergie spart, also mehr Energie für das Wachstum verfügbar macht (GROPP, 1986). Eine Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades der Energieverwertung stellen PFIRTER et al. (1978) bei Ferkeln fest, welche die Chinoxaline Carbadox oder Olaquinox als Leistungsförderer erhalten. Die bisher zitierten Wirkmechanismen der "Floratheorie" sind weitgehend experimentell belegt. Es kann damit nicht nur der Einfluß der Fütterungsantibiotika auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe erklärt werden. VANSCHOU BROEK und GHESQUIERE (1970) weisen auf die Abhängigkeit der Wirkung vom hygienischen Standard und der Dauer des Einsatzes hin. Am Beispiel von Chlortetrazyklin und Oxytetrazyklin zeigen sie den Abfall von einem hohen Initialniveau auf ein niedrigeres, konstantes Niveau nach längerer Verwendung dieser Präparate.

Von der Betrachtung der Wirkungsweise von Leistungsförderern im Darmlumen und in der Darmwand unterscheidet sich die Frage nach Wirkungen in der Zelle. Die Intermediärtheorie geht dieser Fragestellung nach. Danach wirken Wachstumsförderer über eine

Reduzierung von Glutathion (SCHOLE, 1982) stimulierend auf die Proteinsynthese. Damit im Einklang steht die Beobachtung, daß Ammoniak auf Lysosomen strukturverändernd wirkt und die Aktivität der Leberzellmikrosomen herabsetzt (VISEK, 1978). In einem Versuch mit Zink-Bacitracin zeigen KIETZMANN und DEY HARZA (1982) an Ratten eine gesteigerte Proteinsynthese in den Leberzellmikrosomen, den gleichen Befund erhalten KÄMMERER und FINK (1982) für den inaktivierten Wirkstoff. Ein anaboler Effekt geht auch von der Wirkung der Leistungsförderer in Stresssituationen aus, hier können Antibiotika katabole Enzyme senken (BICKEL, 1983). YEN et al. (1985) beobachteten bei Läufern eine Verminderung des Sauerstoffverbrauchs durch Carbadox, ohne eine erhöhte Kohlendioxidproduktion festzustellen. Sie vermuten eine Senkung der Stoffwechselrate durch den Leistungsförderer, wodurch sich die höhere Energieverfügbarkeit für das Körperwachstum erklären ließe. GREIFE und BERSCHAUER (1988) weisen darauf hin, daß nur dann intermediäre Effekte auftreten können, wenn der betreffende Wirkstoff zu seinem Wirkort gelangen kann, also resorbiert wird.

Nach GROPP (1986) ergibt sich aus dem Zusammenwirken von Intermediäreffekten und Wirkung auf die Darmflora ein positiver Einfluß auf das Wohlbefinden des Tieres. Gesteigertes körperliches Wohlbefinden löst einen Mehrverzehr an Futter aus, der mit der Leistungssteigerung einhergeht (HENNIG et al., 1986; GROPP und GRUBER, 1988; PFIRTER et al., 1978).

2.3 EINFLUSS VERSCHIEDENER LEISTUNGSFÖRDERER AUF DIE VERDAULICHKEIT DER ROHNÄHRSTOFFE BEIM SCHWEIN

Zahlreiche Untersuchungen zur quantitativen Erfassung des Effektes verschiedener Leistungsförderer gehen auf die wirtschaftlich unmittelbar relevanten Daten Futterverzehr, Lebendmassenzunahme und Futterverwertung ein. Nur wenige Veröffentlichungen berichten über den Einfluß wachstumsfördernder Substanzen auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe.

2.3.1 Tetrazykline

Einige Untersuchungen aus den 50er Jahren befassen sich mit den Tetrazyklinen Aureomycin[®] (Wirkstoff: Chlortetrazyklinhydrochlorid, CTC) und Terramycin[®] (Wirkstoff: Oxytetrazyklinhydrochlorid, OTC), beide heute in der EG ausschließlich der kurativen Anwendung vorbehalten.

LIEBSCHER und TSCHIDERER (1953) stellten keinen Einfluß von CTC auf die scheinbare Rohproteinverdaulichkeit fest. Sie verabreichten den Wirkstoff in therapeutischer Dosierung: 20 und 52 mg je Tier und Tag. In jeder Gruppe waren zwei Schweine von jeweils ca. 50 kg LM. Die Futterration enthielt 12,1% RP und wurde restriktiv verabreicht.

BURNSIDE et al. (1954) untersuchten den Einfluß von 20 ppm CTC (allein und in Kombination mit Vitamin B₁₂) an jeweils acht Tieren und bei ad libitum Verfütterung dreier, im Proteingehalt unterschiedlicher Futtermischungen (Tab. 1). Die Verdaulichkeit bestimmten sie am Ende eines jeden Versuchsabschnittes (35; 62,5; 106 kg LM). Die Verdaulichkeitswerte sind in Tab. 2 angeführt.

Gehalt an RP	HPR	MPR	LPR
Aufzucht (%)	21,0	17,0	12,6
Vormast (%)	18,2	13,7	10,4
Endmast (%)	15,0	11,5	9,8
HPR = Ration mit hohem Proteingehalt			
MPR = Ration mit mittlerem Proteingehalt			
LPR = Ration mit niedrigem Proteingehalt			

Tab. 1: Rohproteingehalte der Rationen im Versuch
BURNSIDE et al. (1954)

Die Verdaulichkeit der Futtertrockensubstanz konnte in den Wirkstoffrationen nur bei hohem und mittlerem Proteingehalt verbessert werden, VQ_{RP} wurde durch CTC in jeder Ration verbessert.

	HPR			MPR			LPR		
Ration	K	A+B	A	K	A+B	A	K	A+B	A
n	8	8	8	8	8	8	8	8	8
$VQ_{TS}\%$	72	76*	70	73	73	75	77	74	77
Diff.		+4	-2		0	+2		-3	0
$VQ_{RP}\%$	66	74**	70	60	68**	68**	62	60	64
Diff.		+8	+4		+8	+8		-2	+4

K = Kontrolle, A+B = Aureomycin + Vit.B₁₂, A = Aureomycin,
* = signifikant für $P < 5\%$, ** = signifikant für $P < 1\%$

Tab. 2: Verdaulichkeitsquotienten für CTC bei unterschiedlichem Proteingehalt der Ration, BURNSIDE et al. (1954)

KLAUS (1956) zeigte in seinen Versuchen mit jeweils zwei Tieren pro Gruppe einen positiven Einfluß von CTC auf die Rohproteinverdaulichkeit in einer Dosierung von 20 ppm, sowohl bei konstanter Zufuhr, als auch bei der zeitlich auf 20 Tage begrenzten Verabreichung im Gewichtsabschnitt bis 50 kg LM bei ca. 20% RP im Futter und Sattfütterung. In weiteren Versuchen bestätigte er diesen Effekt auch für die Dosierungen 50 ppm und 10 ppm CTC. Der Effekt auf VQ_{TS} war jeweils unspezifisch. Über die Versuchsergebnisse orientiert Tabelle 3.

	22-40 kg LM		26-48 kg LM			20-56 kg LM		
Ration	K	A1	K	A2	A3	K	A2	A3
n	2	2	2	2	2	2	2	2
$VQ_{TS}\%$	69,0	71,5	70,5	70,1	69,7	68,6	68,9	68,7
Diff.		+2,5		-0,4	-0,8		+0,3	+0,1
$VQ_{RP}\%$	67,9	76,5	74,0	74,4	77,7	75,1	77,6	77,0
Diff.		+8,6		+0,4	+3,7		+2,5	+1,9

K = Kontrolle, A1 = 20 ppm Aureomycin, A2 = 10 ppm Aureomycin, A3 = 50 ppm Aureomycin

Tab. 3: Verdaulichkeitsquotienten für CTC bei verschiedenen Wirkstoffkonzentrationen und in verschiedenen Leistungsabschnitten, KLAUS (1956)

Das Antibiotikum Terramycin® (Wirkstoff: Oxytetracyclinhydrochlorid, OTC) wurde 1953 von HUANG und McCAY in einer Dosierung von 33 ppm untersucht. Jeweils 6 Schweine erhielten eine Futterration mit 25,2% RP ad libitum. Die Erhebung der Verdaulichkeitswerte von TS und RP erfolgte in der Vormast (5. Woche, ca. 40 kg LM) und in der Endmast (14. Woche, ca. 70 kg LM). Die Autoren konnten beim geringeren Gewicht der Versuchstiere eine signifikante Verbesserung, sowohl von VQ_{TS} als auch VQ_{RP} verzeichnen. In der Endmast zeigte sich für beide Parameter eine geringere Steigerung (Tab. 4). Auffällig ist das hohe Verdaulichkeitsniveau vor allem im ersten Versuchsabschnitt.

Ration n	5. Woche		14. Woche	
	K	T	K	T
	6	6	6	6
$VQ_{TS}\%$	92,2	94,4*	89,2	90,8
Diff.		+2,2		+1,6
$VQ_{RP}\%$	86,9	92,3*	74,8	79,8
Diff.		+5,4		+5,0

K = Kontrolle, T = 33 ppm Terramycin, * = signifikant

Tab. 4: Verdaulichkeitswerte für OTC in verschiedenen Leistungsabschnitten, HUANG u. McCAY (1953)

In einigen Versuchen wurde CTC als Vergleichssubstanz für einen anderen Wirkstoff benutzt. Die Ergebnisse dieser Versuche werden bei dem jeweils zum Vergleich herangezogenen Wirkstoff aufgeführt.

2.3.2 Makrolidantibiotika

BEAMES und LLOYD (1965) untersuchten den Einfluß des Makrolidantibiotikums Tylosin auf die Rohproteinverdaulichkeit von zwei Futterrationen, die beide etwa 25% RP enthielten. Unterschiede bestanden hinsichtlich der Proteinquellen und des Mineralstoffgehaltes: Ration 1 basierte auf tierischem Protein (13% Fischmehl) und enthielt 350 ppm Fe (Ca:P-Verhältnis = 2,2:1), während Ration 2 ausschließlich pflanzliches Protein enthielt (23% Soja), 80 ppm Fe (Ca:P = 1:1). Der Wirkstoff Tylosin wurde in einer

Dosierung von 110 ppm verwendet, die Fütterung erfolgte ad libitum. Die Untersuchung wurde an jeweils 12 Schweinen in der 9. Lebenswoche vorgenommen. Tylosin zeigte eine Verbesserung von V_{RPP} für R1 (Tab.5). Das Ergebnis wurde in einem Rattenversuch bestätigt.

Ration n	R1		R2	
	K	T	K	T
V_{RPP}	79,8	83,4*	81,9	81,3
Diff.		+3,6		-0,6

K = Kontrolle, T = 110 ppm Tylosin, * = signifikant

Tab. 5: Verdaulichkeit des Rohproteins für Tylosin
nach BEAMES u. LLOYD (1965)

2.3.3 Aminoglykosidantibiotika

Für das Aminoglykosidantibiotikum Avoparcin waren drei Untersuchungen bezüglich der Rohnährstoffverdaulichkeit beim Schwein auffindbar.

In ihrem Versuch von 1979 untersuchten SCHNEIDER et al. die Wirkung von Avotan® (Avoparcin-lauryl-sulfat der Fa. American Cyanamid Co.) in den Dosierungen 20 bzw. 40 ppm im Mastabschnitt 20 - 50 kg LM (Erhebung bei 30 kg) und bei 20,5% RP in der Ration. In der Endmast erfolgte die Erhebung bei 60 kg LM mit 10 bzw. 20 ppm Wirkstoff und 17,7% RP in der Futtermischung. In jeder Versuchsgruppe befanden sich sieben Schweine, die restriktiv gefüttert wurden. Dabei konnte in jedem Mastabschnitt für beide Wirkstoffkonzentrationen eine verbesserte Rohproteinverdaulichkeit ermittelt werden, die in der Endmast für die höhere Avotandosierung signifikant war. Die Werte sind in Tabelle 6 zusammengefaßt.

Ration	30 kg LM			60 kg LM		
	K	A1	A2	K	A1	A2
n	7	7	7	7	7	7
VQ _{RP}	75,9	77,0	78,6	78,1	79,3	80,9*
Diff.		+1,1	+2,7		+1,2	+2,8

K = Kontrolle, A1 = Avotan 20 bzw. 10 ppm, A2 = Avotan 40 bzw. 20 ppm, * = signifikant (P < 5%)

Tab. 6: Rohproteinverdaulichkeit für Avotan in der Vormast und in der Endmast im Versuch von SCHNEIDER et al. (1979)

LIVINGSTONE et al. (1982) verglichen Avoparcin in einer Dosierung von 20 µg/kg LM mit Chlortetracyclin in der therapeutischen Dosierung von 10 mg/kg LM hinsichtlich VQ_{RP}, sowohl im Ileum, als auch über den gesamten Verdauungstrakt an je zwei Schweinen von 120 kg LM. Die Untersuchung konnte zwar für beide Wirkstoffe eine verbesserte ileale Proteinverdaulichkeit zeigen, die über den gesamten Darmtrakt jedoch nur für Chlortetracyclin zu bestätigen war (Tab. 7).

Ration	ILEUM			GESAMTER DARMTRAKT		
	K	A	C	K	A	C
n	2	2	2	2	2	2
VQ _{RP}	73	77	78	77	77	80
Diff.		+4	+5		0	+3

K = Kontrolle, A = Avoparcin, C = Chlortetracyclin

Tab. 7: Rohproteinverdaulichkeit: Vergleich Avoparcin - CTC LIVINGSTONE et al. (1982)

Schließlich untersuchten ELLIS et al. (1983) die scheinbare Verdaulichkeit der Futtertrockensubstanz, des Rohproteins und der Energie an je 12 Schweinen bei einer Lebendmasse von 40 kg. Eine Ration mit 18,9% RP wurde äquimetabolisch¹ verabreicht. Die Avoparcindosierung war 20 ppm. Es konnte weder für VQ_{TS}, noch für VQ_E ein Effekt des Antibiotikums nachgewiesen werden. Für VQ_{RP} ergab sich eine geringe Verbesserung von relativ 1,3%.

¹: Futtermenge (kg) = 0,09 x (Lebendmasse (kg))^{0,75}

Für ein weiteres Aminoglykosidantibiotikum, das in der DDR verwendete Nourseothricin, stellten LÜDKE et al. (1986) eine signifikant ($P < 5\%$) um 3% verbesserte scheinbare Rohproteinverdaulichkeit fest. Die Autoren zeigten diesen Effekt an fünf Schweinen bei einer LM von je 29 kg. Zu erwähnen ist, daß VQ_{RP} der Kontrollgruppe mit 78,3% verhältnismäßig niedrig liegt. Der Nachweis dieses Effektes im Lebendmassenabschnitt 15 bzw. 16 kg LM an 5 bzw. 4 Ferkeln mißlang bei einer jeweils höheren Verdaulichkeit in der Kontrollgruppe (Tab. 8).

Ration	15 kg		16 kg		29 kg	
	K	N	K	N	K	N
n	5	5	4	4	5	5
VQ_{RP}	80,5	81,9	83,8	82,7	78,3	81,3*
Diff.		+1,4		-1,1		+3,0

K = Kontrolle, N = Nourseothricin 40 ppm

* = signifikant ($P < 5\%$)

Tab. 8: Rohproteinverdaulichkeit für Nourseothricin bei 16,9% RP im Aufzuchtfutter, LÜDKE et al. (1986)

2.3.4 Polyetherantibiotika

Über eine Anhebung der Rohproteinverdaulichkeit um relativ 6,7% berichtet JOST (1983) für den Wachstumsförderer Salinomycin bei Ferkeln im Gewichtsabschnitt 8 - 25 kg LM. 92 Tiere einer Kontrollgruppe wurden 95 Tieren der Wirkstoffgruppe mit 60 ppm Salinomycin gegenübergestellt. Über die Ergebnisse des Versuches unterrichtet Tabelle 9. Hinsichtlich Futterzusammensetzung und -verabreichung waren keine Angaben erhältlich. Den Proteinspareffekt des untersuchten Leistungsförderers stellte der Untersucher in einem Vergleich der Rohproteinverdaulichkeit für zwei im Proteingehalt verschiedener Futtermischungen heraus. 96 Ferkel der Wirkstoffgruppe hatten bei 17% RP in etwa den gleichen VQ_{RP} wie 91 Ferkel der Kontrollgruppe bei 20% RP in der Ration.

Ration n	K	S	20% RP K	17% RP S
	92	95	91	96
VG _{RP}	74,9	79,9*	77,8	77,1
Diff.		+5,0		-0,7

K = Kontrolle, S = Salinomycin, * = signifikant

Tab. 9: Rohproteinverdaulichkeit für Salinomycin, JOST (1983)

2.3.5 Nitrofuranderivate

SCHNEIDER et al. untersuchten 1970 das Nitrofuranderivat Nitrovin in einer Dosierung von 30 ppm hinsichtlich seines Einflusses auf die Rohnährstoffverdaulichkeit an jeweils drei Schweinen in den Leistungsabschnitten 25 - 50 kg LM bei 20,6% RP in der Ration und 50 - 100 kg LM bei 17% RP im Futter. Die Fütterung erfolgte restriktiv (gewichtsbezogen nach DLG-Standard). In beiden Mastabschnitten ergab sich eine hochsignifikante Anhebung ($P < 1\%$) für VG_{RP} (Tab. 10).

Ration n	20 - 50 kg		50 - 100 kg	
	K	N	K	N
	3	3	3	3
VG _{RP}	81,9	85,8**	79,0	83,5**
Diff.		+3,9		+4,5

K = Kontrolle, N = Nitrovin, ** = signifikant ($P < 1\%$)

Tab. 10: Rohproteinverdaulichkeit für Nitrovin bei SCHNEIDER et al. (1970)

2.3.6 Chinoxalinderivate

Die Chinoxaline Carbadox und Olaquinox wurden sowohl einzeln, als auch im unmittelbaren Vergleich untersucht.

Einen Zusammenhang zwischen Rohproteingehalt der Ration und Wirkung von Carbadox auf Protein- und Energieverdaulichkeit untersuchten YEN et al. (1976). Sie verglichen Rationen mit 16 bzw. 10,8 % RP an je 3 bzw. 2 Ferkeln bei 9,4 bzw. 21 kg LM, ferner mit 16 bzw. 12 % RP an je 2 Ferkeln mit 17,3 kg LM.

Ferner untersuchten die Autoren den Einfluß des Aminosäuremusters auf die Verdaulichkeit. Dazu verwendeten sie in der Niedrigproteinration zwei Futtermischungen, deren eine das gleiche Aminosäuremuster aufwies, wie die Ration mit höherem Proteingehalt. Die Wirkstoffkonzentration war jeweils 55 ppm. Für VQ_{RP} läßt sich bei Mittelung aller drei Versuche eine allgemein höhere Verdaulichkeit bei höherem Proteinniveau angeben. Für hohen wie niedrigen Proteingehalt ergab sich eine deutliche Verbesserung der Verdaulichkeit durch Carbadox. VQ_{Σ} dagegen ist bei hohem Proteinlevel niedriger, wird dafür aber durch Carbadox kräftiger angehoben. Tabelle 11 informiert über die Einzelergebnisse.

Ration	9,4 kg LM				17,3 kg LM			
	16%RP		10,8%RP		16%RP		12%RP	
	K	C	K	C	K	C	K	C
n	3	3	3	3	2	2	2	2
VQ_{RP}	83,1	84,2	76,8	77,1	85,3	89,5*	74,6	79,0*
Diff.		+1,1		+0,3		+4,2		+4,4
VQ_{Σ}	----	----	----	----	83,3	87,0*	85,4	86,5
Diff.						+3,7		+1,1

21 kg LM						Mittel der Versuche			
16%RP		10,8%RP				16%RP		10/12%RP	
K1	C	K2	C	K3	C	K	C	K	C
2	2	2	2	2	2	7	7	9	9
88,9	91,6	82,7	87,4	87,1	90,2	85,6	88,4	80,3	83,4
	+2,7		+4,7		+3,1		+2,8		+3,1
90,7	92,8	89,5	90,9	94,9	94,6	87,7	89,9	89,9	90,7
	+2,1		+1,4		-0,3		+2,2		+0,8

K = Kontrolle, K1 und K3 haben das gleiche Aminosäuremuster
C = Carbadox, * = signifikant ($P < 1\%$)

Tab. 11: Verdaulichkeitswerte für Carbadox bei unterschiedlichem Proteingehalt der Rationen und verschiedenen AS-Mustern im Versuch von YEN et al. (1976)

Vergleichende Versuche zwischen Carbadox und Olaquinox stellten PFIRTER et al. (1978) an je vier Tieren in fünf Gewichtsklassen an. Die Wirkstoffkonzentration beider Stoffe war jeweils 50 ppm. In der Aufzuchtperiode wurden die Verdaulichkeitsquotienten bei 11 - 13 kg und bei 26 - 30 kg LM gemessen. Das Futter enthielt 18,8% RP und wurde rationiert verabreicht. Im ersten

Gewichtsabschnitt ließ sich für beide Wirkstoffe eine signifikante Verbesserung der relativ niedrigen VQ's für Rohprotein und Energie nachweisen. Am Ende der Aufzuchtperiode, bei inzwischen höheren Verdaulichkeiten, waren die Effekte der Wirkstoffsupplementierung gering (Tab. 12). Weder in der Anfangs- noch in der Endmast konnten Einflüsse der Leistungsförderer auf die Rohnährstoffverdaulichkeit beobachtet werden.

Ration n	11-13 kg LM			26-30 kg LM		
	K	O	C	K	O	C
	4	4	4	4	4	4
VQ _{TP}	74,8	79,8**	80,5**	80,8	82,1	82,3
Diff.		+5,0	+5,7		+1,3	+1,5
VQ _{EF}	77,5	80,9**	81,1	80,6	82,1	82,6
Diff.		+3,4	+3,6		+1,5	+2,0

K = Kontrolle, O = Olaquinox, C = Carbadox

** = Signifikanz P < 1%

Tab. 12: Verdaulichkeitswerte für Carbadox und Olaquinox
PFIRTER et al. (1978)

ROTH und KIRCHGESSNER (1977) konnten in ihrer Versuchsanordnung mit je fünf Schweinen in den Gewichtsklassen 40 und 50 kg LM keinen Einfluß von 50 ppm Olaquinox auf VQ_{TP} bzw. VQ_{EF} nachweisen. Die Fütterung erfolgte rationiert bei 19% RP. Die Verdaulichkeitswerte bewegten sich allgemein auf einem hohen Niveau, so wurden in den Kontrollgruppen Werte für die Trockensubstanzverdaulichkeit von rund 83% und für die Rohproteinverdaulichkeit von rund 88% angegeben.

Für Ferkel in der Aufzuchtperiode zeigten HAUSCHILD et al. (1977) sowohl bei 10 - 22 kg LM als auch bei 22 - 36 kg LM eine deutliche Steigerung der scheinbaren Rohprotein- und Energieverdaulichkeit durch 46 ppm Olaquinox (Tab. 13). Das Ferkelaufzuchtfutter enthielt 17,1% RP und wurde ad libitum angeboten.

Ration n	10-22 kg		22-36 kg	
	K	O	K	O
	12	12	8	8
VQ _{RP}	71,9	74,9*	76,5	78,2
Diff.		+3,0		+1,7
VQ _{EF}	73,9	75,7*	77,1	78,6*
Diff.		+1,8		+1,5

K = Kontrolle, O = Olaquinox, * = signifikant (P < 5%)

Tab. 13: Verdaulichkeitswerte für Olaquinox,
HAUSCHILD et al. (1977)

Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangen BERSCHAUER et al. (1979), die Olaquinox mit Chlortetrazyklin (jeweils 100 ppm) an je fünf Ferkeln bei 15 kg LM verglichen. Sie verabreichten Aufzuchtfutter mit 17,7% RP. Eine Gruppe erhielt 500 g pro Tier und Tag, die andere Gruppe 750 g pro Tier täglich. In beiden Gruppen erhöhten beide Wirkstoffe die Proteinverdaulichkeit, die bei der intensiveren Fütterung allgemein auf einem signifikant höheren Niveau liegt (Tab. 14). Der Vergleich beider Stoffe ergibt einen minimalen Vorsprung für Olaquinox.

n	500 g Futter / d			750 g Futter / d		
	K	O	CTC	K	O	CTC
	5	5	5	5	5	5
VGM	78,2	80,5	80,2	81,0	83,5	82,9
Diff.		+2,3	+2,0		+2,5	+1,9

K = Kontrolle, O = Olaquinox, CTC = Chlortetrazyklin

Tab. 14: Rohproteinverdaulichkeit für Olaquinox und CTC bei unterschiedlicher Fütterungsintensität im Versuch von BERSCHAUER et al. (1979)

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	20
3.1 MATERIAL UND METHODEN	21
3.1.1 Versuchstiere	21
3.1.2 Tierhaltung	21
3.1.3 Fütterung	21
3.1.4 Kotstichprobensammlung	22
3.1.5 Analytik	22
3.1.6 Verdaulichkeitswerte	23
3.1.7 Versuchsauswertung	23
3.2 ERGEBNISSE VERSUCH I	25
3.2.1 Wachstumsversuch	25
3.2.2 Verdaulichkeitswerte	29
3.2.3 Schlußfolgerungen	32
3.3 ERGEBNISSE VERSUCH II	35
3.3.1 Wachstumsversuch	35
3.3.2 Verdaulichkeitswerte	38
3.3.3 Schlußfolgerungen	40
3.4 ERGEBNISSE VERSUCH III	43
3.4.1 Wachstumsversuch	43
3.4.2 Verdaulichkeitswerte	46
3.4.3 Schlußfolgerungen	47

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

In drei Versuchen an insgesamt 336 Schweinen wurden verschiedene bereits zugelassene sowie mögliche neue Wachstumsförderer geprüft. Dabei wurde für die zugelassenen Leistungsförderer Carbadox und Tylosin untersucht, ob und inwieweit sich vorhandene Proteinspareffekte in quantitative Empfehlungen - etwa zur Änderung der Proteinversorgung von Schweinen - umsetzen lassen. Das arzneimittelrechtlich für die Bekämpfung von Mykoplasmosen und Treponemendurchfall zugelassene Diterpenantibiotikum Tiamulin¹ ist offensichtlich im Ferkelbereich ein sehr potenter Leistungsförderer (GEDEK und HOFFMANN, (1983); MAYROSE und FOSTER, (1985); MUIRHEAD, (1986)). In zwei Versuchen wurde geprüft, ob und inwieweit Tiamulin auch im Gesamtbereich der Schweinemast wachstumsfördernd wirkt. In einem Versuch diente Tylosin als Kontrollsubstanz; in einem zweiten Versuch wurde Tiamulin in einer positiven Kontrollgruppe mit der Muttersubstanz Pleuromulin² verglichen.

Die eigenen Untersuchungen beschränken sich auf die Feststellung der scheinbaren Verdaulichkeit von Trockensubstanz, Rohprotein und Futterenergie in den jeweiligen Versuchsgruppen zu vorher ausgewählten Zeitpunkten.

Eine Interpretation der eigenen Befunde über die Feststellung der zahlenmäßigen Werte hinaus ist aber nur im Zusammenhang mit den Wachstumsdaten sinnvoll und möglich. Deshalb werden im folgenden auch die Versuchsergebnisse mit entsprechender Zitierung und die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen dokumentiert, um eine Übersicht über die Gesamtheit der Versuchsergebnisse zu erleichtern.

¹: Produkt der SANDOZ AG, Basel

²: Pleuromulin wird aus der Fermentation von *Pleurotus pas-seckerianus* gewonnen. Tiamulin ist ein synthetisches Derivat des Pleuromulins mit entscheidend verbessertem antibakteriellem Spektrum.

3.1 MATERIAL UND METHODEN

Hier werden nur Angaben gemacht, welche zur Durchführung bzw. Reproduktion der eigenen Untersuchungen notwendig waren bzw. sind. Angaben zur Durchführung der Wachstumsversuche finden sich in den Anhängen I (für Versuch Carbadox / Tylosin), II (für Versuch Tiamulin / Tylosin) und III (für Versuch Tiamulin / Pleuromulin).

3.1.1 Versuchstiere

Schweine der Kreuzung DLxPietrain, die von verschiedenen Ferkelerzeugerbetrieben der Erzeugergemeinschaft Landshut angekauft wurden, dienten als Versuchstiere.

3.1.2 Tierhaltung

Die Probanden wurden in beheizbaren (Warmluftaggregate) Ställen auf Betonboden einstreulos in einer modifizierten Dänischen Aufstallung zu je zwei Tieren in einer Bucht gehalten. Die Einteilung in die Buchten zu Versuchsbeginn erfolgte unter Berücksichtigung von Gewicht und Geschlecht. Die Verteilung der Buchten auf die Rationen erfolgte nach Zufall.

3.1.3 Fütterung

In allen Versuchen wurde pelletiertes Mastalleinfutter angeboten. Die Tränkeaufnahme war in jedem Versuch durch Nippeltränken (eine Tränke je Bucht bzw. je zwei Tiere) gewährleistet. Die Fütterung der Versuchstiere erfolgte bis zu einer Lebendmasse von 70 kg nach einem modifizierten ad libitum Schema. Danach wurde der restlosen Aufnahme der angebotenen Futtermenge innerhalb eines überschaubaren Zeitraumes nach der Fütterung durch das Mehrangebot von 100 g Futter je Tier und Tag entsprochen. Anschließend (nach ca. 70 kg LM bis Versuchsende) wurde rationiert gefüttert. Zur Bestimmung der Verdaulichkeitsquotienten wurde Futter mit 0,5% Chromoxidanteil verabreicht.

3.1.4 Kotstichprobensammlung

In jedem Wachstumsversuch wurde sowohl in der Mastperiode I als auch in der Mastperiode II fünf Tage lang Futter verabreicht, das den unverdaulichen, chemisch inerten Indikator Chromoxid (Cr_2O_3) in einer Konzentration von 0,5% der Rezeptur (zu Lasten der Basalmischung) enthielt. Die fünftägige Chromoxidperiode gliederte sich in die drei Tage dauernde Vorperiode und die anschließende Kotsammelperiode an zwei Tagen (SCHÜRCH et al., 1952).

Von jedem Tier wurde eine Kotprobe rektal aus der Ampulle entnommen. Die Proben der beiden Tiere einer Bucht wurden zu einer Sammelprobe vereinigt. Alle Proben eines Tages wurden körperwarm in Gefrierbeutel überführt, die sogleich dicht verschlossen und anschließend bis zum Beginn der analytischen Behandlung im Labor tiefgefroren wurden.

3.1.5 Analytik

Für die Analytik wurden die Sammelproben beider Tage einer Bucht wiederum vereint, so daß schließlich eine Kotprobe je Bucht und je Mastabschnitt vorlag.

Zunächst wurde die Kottrockensubstanz bestimmt. Der tiefgefrorene Kot wurde dazu bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Aus der Massendifferenz läßt sich der Rohwassergehalt und daraus die Trockensubstanz unmittelbar angeben. Der trockene Kot wurde für das weitere Procedere fein vermahlen. Die Bestimmung des Cr_2O_3 -Gehaltes erfolgte mittels saurem Aufschluß und photometrischem Verfahren (PETRY und RAPP, 1971). Der N-Gehalt der Proben wurde mittels eines TECHNICON®-Autoanalyzers nach Aufschluß bestimmt und daraus der Gehalt an Rohprotein berechnet. Zur Analyse des Energieinhaltes wurden aus Futter- und Kotprobentrockensubstanz Tabletten gepreßt und diese im adiabatischen Bomben-Kalorimeter (IKA C-400) vollständig verbrannt.

3.1.6 Verdaulichkeitswerte

Die scheinbaren Verdaulichkeiten wurden aus den analytisch gefundenen Werten berechnet:

$$VQ_{TS} = 100 \times \left(1 - \frac{(Cr_2O_3)_{F-TS}}{(Cr_2O_3)_{K-TS}} \right)$$

$$VQ_{RP} = 100 \times \left(1 - \frac{(Cr_2O_3)_{F-TS} \times (RP)_{K-TS}}{(Cr_2O_3)_{K-TS} \times (RP)_{F-TS}} \right)$$

$$VQ_E = 100 \times \left(1 - \frac{(Cr_2O_3)_{F-TS} \times E_{K-TS}}{(Cr_2O_3)_{K-TS} \times E_{F-TS}} \right)$$

mit: F-TS = Futtertrockensubstanz;
 K-TS = Kottrockensubstanz;
 RP = Rohproteingehalt;
 E = Energiegehalt;

Die im Anhang wiedergegebenen Nährstoffgehaltswerte für die einzelnen Rationen aus den Analysen der Untersuchungsanstalten waren nicht Grundlage der vorgenannten Berechnungen, da für Trockensubstanz, Rohprotein und Energie im Futter eigene Bestimmungen vorgenommen wurden.

3.1.7 Versuchsauswertung

Über die erhaltenen Werte in einer Rationsgruppe wurde gemittelt, es wurde die Standardabweichung bestimmt und anschließend zur statistischen Auswertung parameterfreie Verfahren angewandt. Konnten innerhalb einer Mastperiode signifikante Unterschiede mittels des H-Testes nach KRUSKAL und WALLIS ermittelt werden, wurde ein U-Test nach MANN und WHITNEY für Gruppenunterschiede angeschlossen.

Die Berechnung der VQ's hängt maßgeblich von den im Futter festgestellten Werten ab. Von allen Rationen wurde deshalb Cr_2O_3 bestimmt. In der Mehrzahl der Proben ließ der Analysenwert eine

mehr oder weniger deutliche Unterschreitung der Sollwerte erkennen. Da aber die Sollwertbilanz des Mischers (protokollierte Mengenteileinwaagen abzüglich zurückgewogenem Mischfutter) vom Nullwert nicht abwich, muß die Chromoxideinmischung entsprechend Plan erfolgt sein. Die analytische Abweichung ist wahrscheinlich auf Probennahmefehler zurückzuführen, da Vergleichsuntersuchungen - auch über Eichkurven - keinen methodischen Analysefehler erkennen ließen. Deshalb wurde für die Berechnung der Verdauungsquotienten eine Chromoxidfutterkonzentration verwendet, die ausgehend vom Sollwert 0,5% Cr_2O_3 im Futter über den analytisch bestimmten TS-Gehalt ermittelt worden war.

Vergleichende Berechnungen haben gezeigt, daß durch dieses Verfahren geringfügig niedrigere VQ's erhalten werden, ohne daß sich die Gruppenunterschiede in ihrer Richtung ändern. Auch aus diesem Grunde, um nicht fälschlicherweise eine zu hohe Verdaulichkeit vorzuspiegeln, wurden die errechneten Chromoxidwerte der Futtermischung bei der Berechnung der Verdaulichkeitswerte zugrunde gelegt.

Für das Proteinwirkungsverhältnis wird in der Ergebnisbeschreibung PER (Protein efficiency ratio) verwendet. Dieser Begriff (Lebendmassenzunahme / Proteinaufnahme) stammt aus der Proteinbewertung. Seine Verwendung ist eigentlich nur bei suboptimaler (und gleicher) Proteinversorgung erlaubt, da sein Niveau von der Höhe der Proteinzufuhr abhängt. Da andererseits für den Quotienten Lebendmassenzunahme / Proteinaufnahme die Bezeichnung PER eingeführt ist, wird sie von mir bei der Beschreibung der Ergebnisse verwendet, obwohl die Versuchsbedingungen von den standardisierten Bedingungen der PER-Ermittlung abweichen.

3.2 ERGEBNISSE VERSUCH I

Für die Bestimmung der Verdaulichkeitsquotienten wurde in der Mastperiode I der Gewichtsabschnitt 40 - 50 kg LM, in der Mastperiode II der Lebendmassenbereich 70 - 80 kg LM festgelegt. Die Verfütterung des mit Chromoxid versetzten Futters begann jeweils nach einem Wiegetermin für jede Bucht individuell, wenn sie den vorher bestimmten Lebendmassenbereich erreicht hatte. Damit begann die Kotsammlung in der 6. Versuchswoche (22./23.09.86) und endete in der 18. Versuchswoche am 16.12.86. Dabei ergab sich in Mast I aus der Versuchsanlage die Besonderheit, daß je eine Bucht der Rationsgruppen 5 und 6 bei der Umstellung auf Mastfutter II mit 120 Tagen Lebensalter den für die Kotsammlung relevanten Lebendmassenbereich nicht erreichte.

Die Futterzusammensetzung wird in Tabelle 15 zusammengefaßt, Einzelheiten finden sich im Anhang I, Tabelle 31.

Tab.15: Mastfutter I, II, Universalmastfutter im Versuch I

Komponente (%) Futtertyp ¹	Mast I		Mast II		Universalmast N
	N	R	N	R	
Weizen	45,0/48,0		45,0/48,0		49,5
Mais	11,0		15,0		11,0
Hafer	10,0		11,0		10,0
Sojaextraktionsschrot	16,0/13,0		6,0/3,0		11,5
Weizennachmehl	8,0		11,0		8,0
Zuckerrübenschnitzel	5,0		7,0		5,0
Tierkörpermehl	1,7		2,5		1,7
Lysin-HCl	0,2		0,3/0,4		0,2
Mineralstoffe	1,9		1,3/1,2		1,9
Zusatzstoffe	1,2		0,9		1,2
	100,0		100,0		100,0

¹: N = Normtyp; R = Proteinreduziert

3.2.1 Wachstumsversuch

Die Werte des Wachstumsversuches entstammen dem Versuchsbericht des Institutes für Physiologie, Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie der Tierärztlichen Fakultät (ZUCKER u. GROPP, 1988). Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 16 aufgelistet.

Tab. 16: Lebendmassenzunahme, Futterverzehr und Futterverwertung im Versuch I

Ration Tierzahl	R1 12 x 2	R2 12 x 2	R3 12 x 2	R4 12 x 2	R5 12 x 2	R6 11 x 2
MAST I						
% RP analytisch	16,8	17,1	16,9	16,3	16,5	15,8
Carbadox (ppm)	-	-	50	-	-	50
Tylosin (ppm)	-	20	-	20	-	-
Dauer (d)	23	20	19	21	21	26
LMZ (g/d)	743	767	754	740	690	770
±s	91	98	117	116	94	83
relativ	(100)	(103)	(101)	(100)	(93)	(104)
FVZ (kg/Tier)	47,8	37,1	38,8	40,1	40,8	51,5
±s	7,8	5,5	9,3	5,4	18,8	17,2
relativ	(100)	(78)	(81)	(84)	(85)	(108)
FVW (g/kg)	367	406	378	381	366	392
±s	53	37	46	42	32	28
relativ	(100)	(111)	(103)	(104)	(100)	(107)
MAST II						
% RP analytisch	14,6	14,6	14,6	16,2	13,9	13,8
Tylosin (ppm)	-	15	15	20	-	15
Dauer (d)	56	57	62	55	68	52
LMZ (g/d)	773	794	757	815	681	773
±s	81	94	148	66	108	104
relativ	(100)	(103)	(98)	(105)	(88)	(100)
FVZ (kg/Tier)	140,9	139,1	154,3	134,3	161,3	125,8
±s	12,3	15,7	26,1	19,6	39,4	26,3
relativ	(100)	(99)	(110)	(95)	(115)	(89)
FVW	308	325	292	334	281	314
±s	26	26	41	29	43	30
relativ	(100)	(106)	(96)	(108)	(91)	(102)
KUMULATIV						
LMZ (g/d)	687	717	702	721	626	706
±s	90	95	98	74	97	91
relativ	(100)	(104)	(102)	(105)	(91)	(103)
FVW	342	364	337	368	321	359
±s	33	29	40	23	39	32
relativ	(100)	(106)	(99)	(108)	(94)	(105)

LMZ = Lebendmassenzunahme; FVZ = Futterverzehr;
FVW = Futterverwertung (g LMZ / kg FVZ)

Im Mastabschnitt I bewirkte der Zusatz von Carbadox bei gleicher Proteinzufuhr eine Verbesserung der täglichen Lebendmassenzunahme um rund 1% und eine Steigerung der Futterverwertung um 3%. Der Futterverzehr war gegenüber der Kontrollgruppe niedriger (-1%). Die entsprechenden Daten für die Tylosingruppe sind tendenziell gleich, quantitativ jedoch stärker ausgeprägt. War die tägliche Zunahme ebenfalls um 1% verbessert, so ergibt aber die um 7% verminderte Futteraufnahme eine signifikant verbesserte Futterverwertung (+11%).

Für das Universalmastfutter, das laut Futteranalyse (Werte finden sich im Anhang I, Tabelle 33) im Proteingehalt nur wenig von der Kontrollration abwich, zeigte die Tylosinsupplementierung eine um 4% erhöhte FVW, die bei einer Tageszunahme auf Kontrollniveau aus der verminderten Futteraufnahme resultiert.

In den proteinreduzierten Rationen ergab die Untersuchung der wirkstofffreien Ration (R5) keine nennenswert geringere Proteinversorgung. Bei einer Futterverwertung, die der Kontrollgruppe entspricht, resultiert die um 7% reduzierte tägliche Zunahme aus dem verringerten Futterverzehr. Hier zeigt die Carbadox-supplementierung eine Steigerung der Tageszunahme von 12%, die sogar die besser versorgte Carbadoxgruppe R3 um 2% übertrifft. Die Futterverwertung konnte um 7% verbessert werden.

In der Mastperiode II konnten für die Universalmastgruppe (R4; 16,2% RP) die besten Leistungsdaten verbucht werden. Aus einer um 5% gesteigerten LMZ und einem um 3% niedrigerem Futterverzehr ergibt sich eine Futterverwertung, die um 8% über der Kontrollration liegt.

In den Gruppen mit Mastalleinfutter zeigt der Wirkstoff Tylosin bei Betrachtung des Mittels aus R2 und R3 in etwa gleiche Leistungsdaten wie die Kontrollgruppe. Die Rationsgruppe R3, die in Mastperiode I 50ppm Carbadox, in Mast II 15 ppm Tylosin erhielt, unterschreitet die Kontrollwerte, bei Tylosingabe über die gesamte Mastdauer konnte auch in Mast II eine über Kontrollniveau liegende Leistung erzielt werden (R2).

Wie im ersten Mastabschnitt ergibt sich für die proteinreduzierte Kontrollration (R5) die schlechteste Mastleistung. Die Gabe von 15 ppm Tylosin bewirkte, vergleichbar mit der Carbadox-supplementierung in Mast I, eine deutliche Steigerung von Gewichtsentwicklung (+14%) und Futterverwertung (+12% bezogen auf R5 bzw. +2% bezogen auf R1).

3.2.2 Verdaulichkeitswerte

Die Darstellung der Durchschnittswerte der scheinbaren Rohnährstoffverdaulichkeit in den einzelnen Rationsgruppen ist Tabelle 17 zu entnehmen.

Tab. 17: Scheinbare Rohnährstoffverdaulichkeit im Versuch I

Ration	R1	R2	R3	R4	R5	R6
MAST I						
Carbadox (ppm)	-	-	50	-	-	50
Tylosin (ppm)	-	20	-	20	-	-
Proben (n)	12	12	12	12	11	10
VQ _{Te} (%)	78,1	78,8	78,6	78,4	77,0	78,3
±s	2,1	1,9	1,4	2,5	2,6	2,0
relativ	(100)	(101)	(101)	(100)	(99)	(100)
VQ _{RP} (%)	76,4	77,3	78,5	76,4	74,7	77,6
±s	3,3	2,5	1,7	3,5	3,8	2,4
relativ	(100)	(101)	(103)	(100)	(98)	(102)
VQ _Σ (%)	78,5	79,1	79,1	78,7	77,3	78,7
±s	2,2	2,0	1,4	2,6	2,9	2,0
relativ	(100)	(101)	(101)	(100)	(99)	(100)
MAST II						
Tylosin (ppm)	-	15	15	20	-	15
Proben (n)	11	12	12	12	11	12
VQ _{Te} (%)	80,5	81,3	81,5	81,1	80,6	81,0
±s	3,1	1,9	2,4	2,5	2,5	1,5
relativ	(100)	(101)	(101)	(101)	(100)	(101)
VQ _{RP} (%)	78,6	80,5	81,5	81,9*	78,9	79,8
±s	4,3	2,9	2,5	2,2	3,4	2,4
relativ	(100)	(102)	(104)	(104)	(100)	(101)
VQ _Σ (%)	80,5	81,4	81,9	81,6	80,8	81,2
±s	3,2	2,1	2,6	2,6	2,4	1,5
relativ	(100)	(101)	(102)	(101)	(100)	(101)

* = Signifikanz 5%

1 Probe = Kotsammlung von 2 Schweinen an je 2 Tagen

Bei etwa gleichem Proteingehalt sind mit der normgerechten Kontrollgruppe R1 unmittelbar vergleichbar die Rationsgruppe Carbadox und die Tylosingruppe, R3 bzw. R2. Aus Tabelle 17 geht hervor, daß beide Wirkstoffe die Verdaulichkeitswerte für Trockensubstanz, Rohprotein und Energie mehr oder weniger deutlich erhöhen. In der Mastperiode I wird vor allem V_{GR} verbessert - in der Tylosingruppe (R2) um relativ 1,2%, in der Carbadoxgruppe (R3) um relativ 2,7%. Die Werte sind nicht signifikant verschieden von der Kontrolle. Der Einfluß auf die Verdaulichkeit der Trockensubstanz und der Energie ist selbst numerisch gering und erreicht eine Verbesserung von 1% nicht.

In der Mast II wird die scheinbare Proteinverdaulichkeit wiederum in beiden Wirkstoffrationen angehoben. 15 ppm Tylosin bewirkten im Mittel beider Gruppen R2 und R3 eine Erhöhung der scheinbaren Proteinverdaubarkeit von 78,6 auf 81,0 %. Hier fällt auf, daß die Gruppe R3, welche im Versuchsabschnitt Mast I Carbadox erhalten hatte, mit 81,5% um 1,2% besser abgeschnitten hat, als die Gruppe R2 mit Tylosin in beiden Versuchsabschnitten.

Zwischen Mastalleinfutter I (Rationsgruppe R1) und der Universalmastgruppe R4 lassen sich hinsichtlich der Verdauungsquotienten keine Unterschiede erkennen, obwohl R4 20 ppm zugesetztes Tylosin enthielt. Dies steht möglicherweise mit dem etwas geringeren Proteingehalt dieser Futtermischung in Zusammenhang (16,3 : 16,8 %, Tab. 33, Anhang I). In Mast II war die Gruppe R4 dann hinsichtlich der Proteinversorgung wieder besser gestellt (gleiche Proteinkonzentration in Mast I und II), so daß der höhere Verdauungsquotient für Protein selbst im Vergleich mit den Tylosingruppen R2 und R3 nicht überrascht. Die Verdaubarkeit von Futtertrockensubstanz und Futterenergie bewegten sich in dieser Gruppe auf dem Niveau der beiden Tylosingruppen.

Unter den beiden proteinreduzierten Rationen R5 und R6 wies R5 im Versuchsabschnitt Mast I in der Mehrzahl aller Untersuchungen ein wesentlich geringeres Proteindefizit auf als errechnet und auch als R6 mit der gleichen Futterzusammensetzung (siehe Tab. 33, Anhang I). Im Mastabschnitt II folgen dagegen beide Rationen, 5 und 6, dem Versuchsplan (Tab. 34, Anhang I). Insofern sind Unterschiede in der Verdaubarkeit während des Mastabschnittes I zur

normversorgten Kontrollgruppe R1 eigentlich kaum zu erwarten, dennoch deuten sie sich an. Numerisch kleinere Werte treten für alle drei Parameter für Gruppe R5 auf (Tab. 17). Im Mastabschnitt II werden in beiden Kontrollgruppen ohne zugesetzte Leistungsförderer nahezu identische Werte gemessen. In der ebenfalls proteinreduzierten Gruppe R6 mit Carbadox in Mast I und Tylosinzusatz in Mast II treten wieder im Vergleich zur Kontrollgruppe R5 deutlich erhöhte Verdauungsquotienten, insbesondere für Rohprotein (+3,9%) zutage. Damit erreicht die Nährstoffverdaulichkeit das Maß der besser proteinversorgten Gruppe R3, ebenfalls mit Carbadox im Futter (Tab. 18).

Tab. 18: Vergleich Norm-Typ und proteinreduzierte Ration bei gleichem Wirkstoffzusatz

Ration	Mast I		Mast II	
	R3	R6	R3	R6
Rohprotein (%)	16,9	15,8	14,6	13,9
Carbadox (ppm)	50	50	-	-
Tylosin (ppm)	-	-	15	15
 VQ _{TP} (%)	 78,6	 78,6	 81,5	 81,0
relativ	(100)	(102)	(100)	(99)
 VQ _{RP} (%)	 78,5	 77,6	 81,5	 79,8
relativ	(100)	(99)	(100)	(98)
 VQ _z (%)	 79,1	 78,7	 81,9	 81,2
relativ	(100)	(100)	(100)	(99)

In Mast II sind die tylosinbedingten Unterschiede in dieser Gruppe nicht mehr so deutlich (Tab. 19). Auch werden in diesem Versuchsabschnitt die Verdaulichkeitsquotienten der höher proteinversorgten Gruppen, ebenfalls mit Tylosinzusatz, nicht ganz erreicht bzw. für Rohprotein erkennbar unterschritten.

Es könnte bei fehlender Signifikanz der Einzelunterschiede als Hinweis gewertet werden, daß 15 - 20 ppm Tylosin die scheinbare Rohproteinverdaulichkeit nicht in gleichem Maße verbessern wie 50 ppm Carbadox.

Tab. 19: Vergleich der proteinreduzierten Rationen
negative Kontrolle und Wirkstoffration

Ration	Mast I		Mast II	
	R5	R6	R5	R6
Rohprotein (%)	16,5	15,8	13,7	13,9
Carbadox (ppm)	-	50	-	-
Tylosin (ppm)	-	-	-	15
VQ_{TS} relativ	77,0 (100)	78,6 (102)	80,6 (100)	81,0 (101)
VQ_{RP} relativ	74,7 (100)	77,6 (104)	78,9 (100)	79,8 (101)
VQ_E relativ	77,3 (100)	78,7 (102)	80,8 (100)	81,2 (101)

3.2.3 Schlußfolgerungen

Mehr oder weniger deutlichen Verbesserungen der scheinbaren Proteinverdaubarkeit durch Carbadox und Tylosin stehen eher unauffällige Veränderungen der Energieverdaubarkeit gegenüber. Wenn folglich verbessertes Wachstum oder Einsparungen im Futterverbrauch pro Zunahmeeinheit im Zusammenhang mit einer besseren Futterausnutzung diskutiert werden sollen, scheint der besseren Versorgung mit verdaubarem Protein in den Leistungsförderergruppen eine dominierende Rolle zuzukommen. Als ein Maß für die Proteinausnutzung gilt die PER (Protein efficiency ratio). Dieses Proteinwirkungsverhältnis wurde zusammen mit einer auf verdautes Rohprotein bezogenen PER aus den Gruppenmittelwerten der Futterverwertung errechnet. Die Daten sind in Tabelle 20 gegenübergestellt.

Bei gleicher Proteinversorgung, wie sie für die Gruppen 1 - 3 in etwa zutrifft, folgt die PER der Futterverwertung. 20 ppm Tylosin bzw. 50 ppm Carbadox bewirken eine Anhebung der Futterverwertung um 11 bzw. 3 %, der PER um 10 bzw. 3 %. Bezieht man die PER auf verdautes Protein, so verringert sich der relative Unterschied zur negativen Kontrollgruppe. Gleiche Werte in der Carbadoxgruppe

R3 in Mast I und in R1 belegen, daß die Verbesserung von Wachstum und Futterverwertung durch Carbadox wahrscheinlich nur durch eine bessere Versorgung mit verdaulichem Protein bedingt war. In der Tylosingruppe R2 liegen wie in der proteinreduzierten Carbadoxgruppe R6 völlig andere Verhältnisse vor. Hier war die Futterverwertung im Vergleich zur Kontrollgruppe R1 durch Tylosin bzw. Carbadox um 11 bzw. 7 % verbessert. Die entsprechenden prozentualen Unterschiede der PER betrugen 10 bzw. 13 %. Bei Unterstellung gleicher Proteinverdaulichkeit durch Bezug der PER auf verdautes Protein, bleiben immer noch Unterschiede von 9 bzw. 12% zugunsten von Tylosin bzw. Carbadox im Mastabschnitt I. Daraus darf geschlossen werden, daß die Leistungsförderung eben nur teilweise durch eine bessere Versorgung mit verdaubarem Protein bedingt sein kann und daß folglich andere Reaktionen des Stoffwechsels, die beispielsweise nur in einer erhöhten biologischen Proteinwertigkeit oder Ausnutzung verdaulicher Energie liegen können, das beobachtete Mehrwachstum erlauben.

Ähnliche Verhältnisse, wenn auch nicht mehr so ausgeprägt, lassen sich im Mastabschnitt II auffinden.

Tab. 20: Proteinwirkungsverhältnis im Versuch I

Ration	R1	R2	R3	R4	R5	R6
MAST I						
Rohprotein (%)	16,8	17,1	16,9	16,3	16,5	15,8
Carbadox (ppm)	-	-	50	-	-	50
Tylosin (ppm)	-	20	-	20	-	-
PER relativ	2,17 (100)	2,38 (110)	2,23 (103)	2,35 (108)	2,19 (101)	2,45 (113)
PER verd. relativ	2,83 (100)	3,08 (109)	2,84 (100)	3,08 (109)	2,94 (104)	3,16 (112)
MAST II						
Rohprotein (%)	14,6	14,6	14,6	16,2	13,9	13,8
Tylosin (ppm)	-	15	15	20	-	15
PER relativ	2,12 (100)	2,24 (106)	2,08 (98)	2,06 (97)	2,05 (97)	2,32 (109)
PER verd. relativ	2,69 (100)	2,78 (103)	2,55 (95)	2,52 (94)	2,60 (97)	2,91 (108)

PER = Proteinwirkungsverhältnis (Protein efficiency ratio)
 Lebendmassenzunahme (g) / aufgenommenes Protein (g)
 PER verd. = Lebendmassenzunahme (g) / verdautes Protein (g)



3.3 ERGEBNISSE VERSUCH II

In der Mastperiode I erfolgte die Kotstichprobensammlung in der 7. Versuchswoche (29./30.04.86) im Lebendmassenbereich 35 - 50 kg. In der Mastperiode II wurden die Kotproben in der 14. bzw. 16. Versuchswoche (14./15.06.86 bzw. 27./28.06.86) bei einer durchschnittlichen Lebendmasse der Versuchstiere von 70 kg gewonnen.

Über die Futterzusammensetzung informiert Tabelle 21. Einzelheiten zur Futterrezeptur finden sich im Anhang II, Tabelle 48.

Tab. 21: Mastalleinfutter I und II

Komponente (%)	Mast I	Mast II
Weizen	45,0	45,0
Mais	18,7	28,1
Hafer	5,0	12,5
Sojaextraktionsschrot	25,0	10,0
Molkepulver, teilentzuckert	2,0	---
Mineralstoffe	2,7	2,9
Zusatzstoffe	<u>1,6</u>	<u>1,5</u>
	100,0	100,0

3.3.1 Wachstumsversuch

Die Ergebnisse des Wachstumsversuches wurden dem Versuchsbericht des Institutes für Physiologie, Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie der Tierärztlichen Fakultät entnommen (ZUCKER u. GROPP, 1988). Die Werte werden in Tabelle 22 zusammengefaßt.

Tab. 22: Lebendmassenzunahme, Futterverzehr und Futterverwertung im Versuch II

Ration Tierzahl	R1 12 x 2	R2 12 x 2	R3 12 x 2	R4 12 x 2
MAST I				
% RP analytisch	21,3	19,7	20,2	20,6
Tiamulin (ppm)	-	40	40	-
Tylosin (ppm)	-	-	-	40
Dauer (d)	67	61	64	63
LMZ (g/d)	576	627	630	626
±s	41	60	44	49
relativ	(100)	(109)	(109)	(109)
FVZ (kg/Tier)	86,7	81,3	87,2	86,1
±s	8,2	9,1	8,0	7,6
relativ	(100)	(94)	(101)	(99)
FVW (g/kg)	440	469	457	456
±s	18	34	27	22
relativ	(100)	(107)	(104)	(104)
MAST II				
% RP analytisch	13,6	13,6	13,6	13,6
Tiamulin (ppm)	-	10	-	-
Tylosin (ppm)	-	-	-	10
Dauer (d)	61	62	57	59
LMZ (g/kg)	714	733	746	774
±s	88	107	92	81
relativ	(100)	(103)	(104)	(108)
FVZ (kg/Tier)	141,0	144,9	140,6	143,9
±s	11,4	7,3	10,5	11,5
relativ	(100)	(103)	(100)	(102)
FVW (g/kg)	304	306	301	312
±s	16	21	23	15
relativ	(100)	(101)	(99)	(103)
KUMULATIV				
LMZ (g/d)	640	675	684	694
±s	53	65	62	55
relativ	(100)	(105)	(107)	(108)
FVW (g/kg)	355	364	361	359
±s	14	16	22	26
relativ	(100)	(103)	(102)	(101)

LMZ = Lebendmassenzunahme; FVZ = Futterverzehr;
FVW = Futterverwertung (g LMZ / kg FVZ).

In der Mastperiode I ist für beide Tiamulingruppen (R2 und R3) eine deutliche Verbesserung der Gewichtsentwicklung um jeweils 9% festzustellen. Während in der Rationsgruppe R3 der Futterverzehr kaum beeinflusst und die Futterverwertung um 4% gegenüber der wirkstofffreien Gruppe R1 angehoben wurde, konnte in der (schlechter proteinversorgten) Versuchsgruppe R2 (8% weniger RP) eine deutlich geringere Futteraufnahme (-6%) beobachtet werden. Die Futterverwertung wies hier die größte Steigerung (+7%) auf.

In der Rationsgruppe R4 bewirkten 40 ppm Tylosin die gleichen Veränderungen wie 40 ppm Tiamulin in der Versuchsgruppe R3. Beide Leistungsförderer vermochten im Versuchsabschnitt Mast I die Wachstumsparameter anzuheben.

Im Versuchsabschnitt Mast II wurden die besten Leistungsdaten für die Tylosingruppe (R4) ermittelt. Die Tageszunahme wurde durch den Leistungsförderer um 8% erhöht. Die Tiere dieser Gruppe nahmen um 2% mehr Futter auf als ihre Artgenossen der negativen Kontrollgruppe (R1). Die Futterverwertung konnte um 3% verbessert werden. Die Rationsgruppen 2 und 3 - beide mit 40 ppm Tiamulin in Mast I - unterschieden sich im zweiten Leistungsabschnitt hinsichtlich der Wirkstoffsupplementierung. Während Gruppe R2 den Wirkstoff in geringerer Dosierung (10 ppm) erhielt, blieb R3 nun ohne Wirkstoff. In beiden Gruppen lagen die Tageszunahmen über dem Kontrollniveau (+3 bzw. +4 %). Die Futterverwertung war numerisch nur geringfügig verschieden von der Kontrollgruppe R1. In Gruppe R2 lag der Futterverbrauch über dem entsprechenden Wert der Kontrollgruppe (+3%).

Über die gesamte Versuchsdauer lassen sich in allen Wirkstoffgruppen verbesserte Wachstumsparameter angeben. Die günstigste Gewichtsentwicklung konnte in der Tylosingruppe (R4) ermittelt werden. Die Futterverwertung wurde durch Tiamulin stärker angehoben (+3%) als durch Tylosin (+1%), selbst bei Wirkstoffsupplementierung ausschließlich im ersten Mastabschnitt (+2%).

3.3.2 Verdaulichkeitswerte

Tabelle 23 orientiert über die Verdaulichkeitsquotienten mit Relativzahlen. Die Werte für jede Bucht sind im Anhang II, Tab. 50 - 57 angegeben.

Tab. 23: Scheinbare Rohnährstoffverdaulichkeit im Versuch II

Ration	R1	R2	R3	R4
MAST I				
Tiamulin (ppm)	-	40	40	-
Tylosin	-	-	-	40
Proben (n)	12	12	12	12
VQ_{re}(%)	79,9	82,4***	81,5*	82,0**
±s	1,5	1,2	1,7	1,1
relativ	(100)	(103)	(102)	(103)
VQ_{mp}(%)	81,1	82,2	81,8	82,4
±s	2,7	1,8	2,1	1,9
relativ	(100)	(101)	(101)	(102)
VQ_m(%)	81,1	83,8***	87,9*	83,1**
±s	1,6	1,3	1,7	1,1
relativ	(100)	(103)	(102)	(103)
MAST II				
Tiamulin (ppm)	-	10	-	-
Tylosin (ppm)	-	-	-	10
Proben (n)	12	12	12	12
VQ_{re}(%)	80,5	80,7	80,4	79,6
±s	1,7	1,8	1,6	2,1
relativ	(100)	(100)	(100)	(99)
VQ_{mp}(%)	82,2	83,1	81,8	82,2
±s	1,7	2,3	2,5	2,2
relativ	(100)	(101)	(100)	(100)
VQ_m(%)	81,9	82,1	81,8	81,0
±s	1,7	1,9	1,6	2,0
relativ	(100)	(100)	(100)	(99)

* = Signifikanz 5%; ** = Signifikanz 1%; *** = Signifikanz 0,1%
1 Probe = Kotsammlung von 2 Schweinen an je 2 Tagen.

Zunächst fällt auf, daß Effekte, die über das Maß zufälliger Schwankungen hinausgehen, nur im Versuchsabschnitt Mast I auftreten. Sowohl Tiamulin als auch Tylosin, beide in einer nutritiven Dosierung von 40 ppm, vermögen die Verdaulichkeit der Futtertrokensubstanz und der Energie signifikant zu erhöhen. Die scheinbare Rohproteinverdaulichkeit wird zwar durch beide Wirkstoffe tendenziell verbessert, die Unterschiede zur wirkstofffreien Kontrollgruppe R1 sind jedoch nicht signifikant.

Da R2 und R3 im ersten Mastabschnitt die gleiche Wirkstoffsupplementierung enthielten, läßt sich für Tiamulin (in der Dosierung 40 ppm) eine über beide Rationen gemittelte Wirkstoffgruppe errechnen. In Tabelle 24 werden die gemittelten Werte der Tiamulingruppen der Tylosingruppe und der negativen Kontrolle gegenübergestellt.

Tab. 24: Vergleich des Einflusses der Leistungsförderer Tiamulin und Tylosin auf die Verdaulichkeitsquotienten in Mast I

Mast I	Kontrolle	Tiamulin	Tylosin
$VQ_{TS}(\%)$	79,9	82,0**	82,0**
$\pm s$	1,5	1,5	1,1
relativ	(100)	(103)	(103)
$VQ_{RP}(\%)$	81,1	82,0	82,4
$\pm s$	2,7	1,9	1,9
relativ	(100)	(101)	(102)
$VQ_E(\%)$	81,1	83,3***	83,1**
$\pm s$	1,6	1,5	1,1
relativ	(100)	(103)	(103)

** = Signifikanz 1%; *** = Signifikanz 0,1%

Vergleicht man die relative Verbesserung der Verdaulichkeitsquotienten durch Tiamulin und Tylosin, so ist der quantitative Einfluß auf alle drei untersuchten Parameter für beide Wirkstoffe gleich. Die Unterschiede zwischen den Wirkstoffgruppen erreichen 0,5% nicht.

Im zweiten Mastabschnitt waren keine statistisch signifikant voneinander abweichenden Verdaulichkeitswerte nachweisbar. In der Tylosingruppe sanken Futtertrockensubstanz- und Energieverdaulichkeit um relativ 1,1% unter das Kontrollniveau. Bei der Tiamulingruppe R2 machte sich die nun in geringerer Dosierung (10 ppm) fortgesetzte Wirkstoffsupplementierung in einer um relativ 1,1% angehobenen scheinbaren Rohproteinverdaulichkeit bemerkbar, während das Aussetzen der Wirkstoffgabe in R3 Werte ergab, die der Kontrolle entsprachen.

3.3.3 Schlußfolgerungen

Signifikant verbesserten Werten der Verdaubarkeit von Futtertrockensubstanz und Energie stehen Verdaulichkeitsquotienten für die scheinbare Rohproteinverdaubarkeit gegenüber, die innerhalb der Streuung der Werte bleiben. Daraus wird geschlossen, daß das beobachtete Mehrwachstum in den Wirkstoffgruppen überwiegend oder ausschließlich durch die deutlich erhöhte Energieausnutzung bedingt wird.

Als Beleg für diese These wird das Proteinwirkungsverhältnis als Maß für die Proteinausnutzung herangezogen. Aus den Gruppenmittelwerten der Futterverwertung wurde die PER (Protein efficiency ratio) ermittelt. In Tabelle 25 sind die Werte der PER sowie die Daten einer auf verdautes Rohprotein bezogenen PER aufgelistet.

Bei annähernd gleicher Proteinversorgung der Gruppen R3 und R4 ist das Proteinwirkungsverhältnis durch die Wirkstoffe Tiamulin bzw. Tylosin deutlich erhöht (+10 bzw. +7 %) und übersteigt die Anhebung der Futterverwertung, die in beiden Gruppen 4% beträgt, deutlich. Auch die auf verdautes Rohprotein bezogene PER ist gegenüber der negativen Kontrollgruppe deutlich erhöht (+9 bzw. +5 %), die Veränderung bleibt aber in derselben Größenordnung wie bei der PER.

Die Tiamulingruppe R2 ist im Versuchsabschnitt Mast I etwas geringer proteinversorgt. Hier steht der um 7% höheren Futterverwertung eine Anhebung der Proteinausnutzung von 16% gegenüber.

Bei Bezug auf verdautes Protein beträgt die Steigerung der PER noch 14%, auch hier dürfte zwischen 16 und 14 % kein Unterschied vorliegen.

Tab. 25: Proteinwirkungsverhältnis im Versuch II

Ration	R1	R2	R3	R4
MAST I				
Rohprotein (%)	21,3	19,7	20,2	20,6
Tiamulin (ppm)	-	40	40	-
Tylosin (ppm)	-	-	-	40
PER relativ	2,07 (100)	2,40 (116)	2,28 (110)	2,22 (107)
PER verd. relativ	2,56 (100)	2,92 (114)	2,78 (109)	2,70 (105)
MAST II				
Rohprotein (%)	13,6	13,6	13,6	13,6
Tiamulin (ppm)	-	10	-	-
Tylosin (ppm)	-	-	-	10
PER relativ	2,25 (100)	2,29 (102)	2,23 (99)	2,31 (103)
PER verd. relativ	2,74 (100)	2,75 (100)	2,73 (100)	2,81 (103)

PER = Proteinwirkungsverhältnis (Protein efficiency ratio)

Lebendmassenzunahme (g) / aufgenommenes Protein (g)

PER verd. = Lebendmassenzunahme (g) / verdautes Protein (g)

Somit könnte nur in der 40 ppm Tylosingruppe (R4), die im Mastabschnitt I mit relativ 1,6% Steigerung den größten Einfluß des Leistungsförderers auf die scheinbare Rohproteinverdaubarkeit erkennen läßt, ein Teil der Wachstumsförderung noch auf eine bessere Proteinversorgung zurückgeführt werden. In der Hauptsache wird aber die gesteigerte Energieverdaulichkeit für die Leistungssteigerung verantwortlich sein.

In den Tiamulingruppen dürfte das verbesserte Wachstum ganz oder überwiegend auf die verbesserte energetische Versorgung durch den Leistungsförderer zurückgeführt werden.

In allen Gruppen mit Leistungsförderer in Mast I überwiegt die bessere Ausnutzung des verdauten Proteins. Dies wiederum könnte als Folge des beschriebenen Einflusses auf die Energieversorgung eintreten.

Im zweiten Versuchsabschnitt liegen die Wachstumsdaten wie die Verdaulichkeitswerte in den Rationsgruppen 2 und 3 mehr oder weniger auf Kontrollniveau.

3.4 ERGEBNISSE VERSUCH III

Für die Bestimmung der Verdaulichkeitsquotienten erfolgte in der Mastperiode I die Kotsammlung in der 7. Versuchswoche (05./06.10.85) bei einer durchschnittlichen Lebendmasse der Tiere von etwa 30 kg. In der Mastperiode II wurden die Kotproben in der 19. Versuchswoche (30./31.12.85) gesammelt. Die Tiere erreichten zu diesem Zeitpunkt etwa 100 kg LM. Aus jeder Rationsgruppe waren dabei einige Tiere wegen Erreichen ihres Mastendgewichtes bereits aus dem Wachstumsversuch ausgeschieden und für die Erhebung der Verdaulichkeitswerte nicht mehr verfügbar.

Über die Zusammensetzung der Futterrationen orientiert Tab. 26, Einzelheiten zur Futterrezeptur sind im Anhang III, Tab. 59 aufgelistet.

Tab. 26: Mastalleinfutter I und II

Komponente (%)	Mast I	Mast II
Weizen	45,0	45,0
Mais	15,0	24,2
Hafer	5,0	12,5
Sojaextraktionsschrot	25,0	14,0
Molkepulver, teilentzuckert	5,0	----
Lysin-HCl	0,2	----
Mineralstoffe	3,2	2,8
Zusatzstoffe	<u>1,6</u>	<u>1,5</u>
	100,0	100,0

3.4.1 Wachstumsversuch

Die Ergebnisse des Wachstumsversuches wurden dem Versuchsbericht des Institutes für Physiologie, Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie der Tierärztlichen Fakultät entnommen (ZUCKER u. GROPP, 1987). Die Ergebnisse werden in Tabelle 27 aufgelistet.

Tab. 27: Lebendmassenzunahme, Futterverzehr und Futterverwertung im Versuch III

Ration Tierzahl	R1 12 x 2	R2 12 x 2	R3 12 x 2	R4 12 x 2
MAST I				
% RP analytisch	19,6	18,1	19,3	18,8
Pleuromulin (ppm)	-	25	50	-
Tiamulin (ppm)	-	-	-	40
Dauer (d)	63	63	63	63
LMZ (g/d)	621	586	616	613
±s	39	69	98	79
relativ	(100)	(94)	(99)	(99)
FVZ (kg/Tier)	89,7	81,9	87,0	83,4
±s	4,4	10,2	10,9	8,7
relativ	(100)	(91)	(97)	(93)
FVW (g/kg)	443	459	452	470
±s	22	30	29	24
relativ	(100)	(104)	(102)	(106)
MAST II				
% RP analytisch	15,8	15,8	15,5	16,0
Pleuromulin (ppm)	-	25	20	-
Tiamulin (ppm)	-	-	-	10
Dauer (d)	68	74	70	70
LMZ (g/d)	826	760	819	820
±s	65	163	50	73
relativ	(100)	(92)	(99)	(99)
FVZ (kg/Tier)	167,8	176,9	174,0	169,5
±s	12,8	17,1	20,8	23,5
relativ	(100)	(105)	(104)	(101)
FVW (g/kg)	329	324	323	335
±s	22	25	12	28
relativ	(100)	(98)	(98)	(102)
KUMULATIV				
LMZ (g/d)	725	699	722	721
±s	33	58	62	53
relativ	(100)	(96)	(100)	(100)
FVW (g/kg)	369	367	367	380
±s	18	18	20	24
relativ	(100)	(100)	(100)	(103)

LMZ = Lebendmassenzunahme; FVZ = Futterverzehr;
FVW = Futterverwertung (g LMZ / kg FVZ).

In der Mastperiode I ist für die beiden Pleuromulingruppen (R2 und R3) eine geringere Tageszunahme als in der Kontrollgruppe R1 feststellbar (-6 bzw. -1 %), die auf die herabgesetzte Futteraufnahme zurückzuführen ist (-9 bzw. -3 %). Beide Gruppen lassen eine etwas verbesserte Futterverwertung erkennen, die für R2 mit 25 ppm Pleuromulin um 4%, für R3 bei 50 ppm Wirkstoff um 2% gegenüber der wirkstofffreien Kontrollgruppe (R1) angehoben ist.

Die Tiamulingruppe (R4) zeigt bei einer um 1% schlechteren Lebendmassenzunahme und einer um 7% verminderten Futteraufnahme die beste Futterverwertung (+6%).

Im zweiten Mastabschnitt wurde wiederum bei Tiamulingabe (10 ppm) die beste Futterverwertung erhalten (+2%). Der um 1% schlechteren Lebendmassenzunahme steht ein um 1% höherer Futterverzehr gegenüber.

In der Pleuromulingruppe (R2), die den Wirkstoff in gleicher Dosierung über beide Mastabschnitte erhielt, resultiert eine um 8% schlechtere Gewichtsentwicklung einerseits aus der um 5% niedrigeren Futteraufnahme, andererseits aber aus einer um 2% schlechteren Futterverwertung.

Rationsgruppe 3 erhielt im zweiten Mastabschnitt 20 ppm Pleuromulin (gegenüber 50 ppm in Mast I). Auch hier war die Futterverwertung schlechter (-2%) als in der Kontrollgruppe. Die Gewichtsentwicklung war geringfügig um 1% unter Kontrollniveau gesunken, der Futterverzehr lag dagegen um 4% höher.

Über die gesamte Versuchsdauer konnte in keiner Wirkstoffgruppe eine Steigerung der täglichen Lebendmassenzunahme erreicht werden. 40/10 ppm Tiamulin und 50/20 ppm Pleuromulin bewirkten eine geringfügig schlechtere Gewichtsentwicklung (R3 und R4). 25/25 ppm Pleuromulin (R2) ließen eine um 4% geringere LMZ zu. Die Futterverwertung wurde durch Pleuromulin über die gesamte Mastdauer praktisch nicht verändert. Der Tiamulinzusatz zum Mastfutter bewirkte hier eine Verbesserung um 3%. Die beschriebenen Differenzen sind sämtlich nicht signifikant. Infolgedessen muß davon ausgegangen werden, daß ein nutritiver Effekt in diesem Versuch nicht gemessen werden konnte.

3.4.2 Verdaulichkeitswerte

Die Ergebnisse der Bestimmung der Verdaulichkeitswerte werden in Tabelle 28 gezeigt.

Tab. 28: Verdaulichkeitswerte im Versuch III

Ration	R1	R2	R3	R4
MAST I				
Pleuromulin (ppm)	-	25	50	-
Tiamulin (ppm)	-	-	-	40
Proben (n)	12	12	12	12
VQ_{TS}(%)	79,3	79,1	79,4	80,0
±s	1,2	1,8	1,1	1,3
relativ	(100)	(100)	(100)	(101)
VQ_{RP}(%)	79,6	79,5	80,3	81,4
±s	2,5	3,6	2,3	2,6
relativ	(100)	(100)	(101)	(102)
VQ_E(%)	81,0	80,8	81,4	82,0
±s	1,1	1,9	1,1	1,4
relativ	(100)	(100)	(101)	(101)
MAST II				
Pleuromulin (ppm)	-	25	20	-
Tiamulin (ppm)	-	-	-	10
Proben (n)	9	9	6	7
VQ_{TS}(%)	81,6	81,3	81,7	82,1
±s	0,8	1,1	0,9	0,5
relativ	(100)	(100)	(100)	(101)
VQ_{RP}(%)	84,2	82,4	83,7	85,9*
±s	1,0	2,5	0,8	1,2
relativ	(100)	(98)	(99)	(102)
VQ_E(%)	83,4	83,0	83,7	83,5
±s	0,8	1,1	0,8	0,7
relativ	(100)	(100)	(100)	(100)

* = Signifikanz für 5%

1 Probe = Kotsammlung von 2 Schweinen an 2 Tagen

Die Verdaulichkeitswerte für jede einzelne Bucht werden im Anhang III, Tabellen 63 - 70 angegeben.

Für VQ_{70} läßt sich in keinem Mastabschnitt ein wirkstoffabhängiger Einfluß feststellen.

Die scheinbare Rohproteinverdaulichkeit wird sowohl in Mast I, als auch bei der höheren Körpermasse durch Tiamulin verbessert, in Mast II signifikant ($P < 0,05$) um relativ 2%. Der Wirkstoff Pleuromulin zeigt im Versuchsabschnitt Mast I nur in der höheren Dosierung eine geringe numerische Anhebung der Verdaubarkeit des Proteins. Im zweiten Mastabschnitt sind die Verdaulichkeitswerte in den Pleuromulingruppen eher schlechter als in der Kontrolle.

Die Verdaulichkeit der Energie ist in beiden Mastabschnitten für alle Rationsgruppen sehr ausgeglichen. Geringe Unterschiede werden in den Rationsgruppen R3 (50 ppm Pleuromulin) und R4 (40 ppm Tiamulin) im Versuchsabschnitt Mast I festgestellt. Hier liegt die Energieverdaubarkeit jeweils 1% höher als in der wirkstofffreien Kontrollgruppe R1.

3.4.3 Schlußfolgerungen

Eine Leistungssteigerung durch den Wirkstoff Pleuromulin konnte in diesem Versuch nur bezüglich der Futterverwertung im Versuchsabschnitt Mast I festgestellt werden. Dieser Befund ist über die Dauer des gesamten Versuches nicht zu bestätigen. Die Gewichtsentwicklung wurde - wenn überhaupt - negativ beeinflusst, die Verdaulichkeitswerte blieben mehr oder weniger auf dem Niveau der negativen Kontrollgruppe. Da eine verbesserte Futterverwertung bei gesenkter Tageszunahme nur durch einen Minderverzehr an Futter erreicht werden kann, soll der Einfluß des Wirkstoffes auf die Proteinausnutzung betrachtet werden. Dazu wurde das Proteinwirkungsverhältnis (PER, Protein efficiency ratio) als Maß für die Ausnutzung verzehrten Proteins und durch Bezug auf die scheinbare Rohproteinverdaubarkeit als Maß für die Ausnutzung verdauten Proteins aus den Gruppenmittelwerten der Futterverwertung errechnet (Tab. 29).

Tab. 29: Proteinwirkungsverhältnis im Versuch III

Ration	R1	R2	R3	R4
MAST I				
Rohprotein (%)	19,6	18,1	19,3	18,8
Pleuromulin (ppm)	-	25	50	-
Tiamulin (ppm)	-	-	-	40
PER relativ	2,23 (100)	2,49 (112)	2,31 (104)	2,46 (110)
PER verd. relativ	2,80 (100)	3,13 (112)	2,88 (103)	3,03 (108)
MAST II				
Rohprotein (%)	15,8	15,8	15,5	16,0
Pleuromulin (ppm)	-	25	20	-
Tiamulin (ppm)	-	-	-	10
PER relativ	2,12 (100)	2,01 (95)	2,13 (100)	2,12 (100)
PER verd. relativ	2,52 (100)	2,44 (97)	2,54 (101)	2,46 (98)

PER = Proteinwirkungsverhältnis (Protein efficiency ratio)
 Lebendmassenzunahme (g) / aufgenommenes Protein (g)
 PER verd. = Lebendmassenzunahme (g) / verdautes Protein (g)

Die in ihrer Proteinversorgung vergleichbaren Rationsgruppen 1 - 4 lassen sowohl für die Pleuromulingruppen (2 und 3) als auch für die Tiamulingruppe (4) im Mastabschnitt I eine mehr oder weniger deutlich verbesserte Proteinausnutzung erkennen. Bei der niedrigeren Pleuromulindosierung (R2) und bei 40 ppm Tiamulin ist die Futterverwertung um 4 bzw. 6 %, die PER um 12 bzw. 10 % gegenüber der negativen Kontrollration R1 erhöht. Auch die Ausnutzung verdautes Proteins ist deutlich höher als in der wirkstofffreien Ration 1 (+12 bzw. +8 %). Daraus wird gefolgert, daß bei der Gabe von 25 ppm Pleuromulin und bei 40 ppm Tiamulin ein Teil der Futtereinsparung aus der besseren Proteinausnutzung resultiert. Die vergleichbaren Werte für die höhere Pleuromulindosierung sind in ihrer Richtung gleich, in ihrer Größe aber kleiner (+4 bzw. +3 %).

Im Versuchsabschnitt Mast II sinkt die Proteinausnutzung auf Kontrollniveau ab (R3 und R4) bzw. unterschreitet dieses um 5% (R2).

Insgesamt läßt sich für Pleuromulin in diesem Versuch kein leistungssteigernder Effekt nachweisen. Für den Wirkstoff Tiamulin wurde eine verbesserte Futterverwertung während des gesamten Versuches beobachtet, was als Hinweis auf einen nutritiven Effekt gewertet wird.

In der Wirkstoffanalyse (Tab. 62, Anhang III) war die Wiederfindungsrate für Pleuromulin in R2 und R3 66%, für Tiamulin 65%. Damit war die bekannte optimale Dosierung von 40 ppm Tiamulin im Mastabschnitt I deutlich unterschritten, woraus wahrscheinlich die geringen Effekte dieses Wirkstoffes resultieren. Werden die Daten der beiden Pleuromulin-Gruppen zusammen bewertet, kann eine Leistungsförderung durch diesen Wirkstoff hier als unwahrscheinlich bezeichnet werden.

4. DISKUSSION	51
4.1 VERDAULICHKEITSWERTE	52
4.2 KORRELATION VERDAULICHKEIT - WACHSTUM	54
4.3 PROTEINWIRKUNGSVERHÄLTNIS	55

Bei der Berechnung der Ergebnisse fiel auf, wie sehr geringe Unterschiede in der analytisch bestimmten Proteinkonzentration zwischen Futtermitteln an sich gleicher Zusammensetzung Verdaulichkeitswerte und mehr noch Proteinverwertungsquotienten beeinflussen. Die meisten Mischungen waren so hergestellt, daß eine 90 - 95 %ige Basalmischung aus verschiedenen Getreidearten und Soja-schrot zur Verfügung stand, die dann mit dem kompletten Klein-komponentenprämix vermischt wurde. Ein solches Verfahren schließt unerkannt bleibende Mischfehler weitgehend aus und sorgt für einen Ausgleich von etwa vorhandenen Nährstoffdifferenzen, die aufgrund der Variation biologischer Nährstoffträger entstehen können. Insofern sind die in den Versuchen I und II gemessenen, aber nicht beabsichtigten Differenzen im Proteingehalt der Fut-termittel schwer erklärbar. Stellen sie zufällig abweichende Ergebnisse dar, oder beruhen sie gar auf Probennahmefehlern, kann die Validität der Ergebnisse angezweifelt werden. Probennahme-fehler dürfen als unwahrscheinlich gelten, weil von mehreren Mischchargen Proben zu einer Sammelprobe vereinigt wurden, die dann untersucht wurde, oder aber weil eine sorgfältig gezogene Probe einer Mischcharge, die auch während der Verdauungsversuche verwendet wurde, zu den Berechnungen herangezogen wurde. Da die Proteinwerte der Mischchargen, die während der Verdaulichkeits-wertbestimmung verfüttert wurden, ähnliche Abweichungen wie die Sammelproben erkennen lassen, müssen Probennahmefehler und zu-fällige Ausreißer als unwahrscheinlich angesehen werden. In so-

fern sind die Proteingehaltswerte ein anschauliches Maß für die auf größeren Mischanlagen bei entsprechend hohen Tonnagen bestehenden Grenzen der erreichbaren Genauigkeit in der Einhaltung vorgegebener Nährstoffgehalte.

4.1 VERDAULICHKEITSWERTE

Werden die Verdaulichkeitswerte jeder Box in den Wirkstoffgruppen aller drei Versuche jeweils dem Gruppenmittel der entsprechenden wirkstofffreien Kontrollgruppe gegenübergestellt, so kann bei insgesamt 225 Beobachtungen in 64% der Fälle (145 Einzelbeobachtungen) eine über dem Kontrollmittel liegende scheinbare Rohproteinverdaubarkeit ermittelt werden. Die Verdaulichkeit der Energie war nur in 61% der Fälle (138 Einzelbeobachtungen) über das Kontrollniveau erhöht. Im Versuch I steht in 64% aller Fälle einer höheren Rohproteinverdaubarkeit die Steigerung der Energieverdaulichkeit über das Maß der Kontrollgruppen in 60% der Beobachtungen gegenüber. Die Verdaubarkeit der Futtertrockensubstanz wurde in 56% der Fälle erhöht. Vor allem in der Mastperiode I fällt die Divergenz der beiden Parameter für Protein und Energie auf (74% für RP, 68% für E).

Eine erhöhte Proteinverdaubarkeit sollte auch zu einer erhöhten Ausnutzung der verfügbaren Energie führen, wenn die Verdaubarkeit der Energieträger Fett und Kohlenhydrate unverändert bleibt. Zur Klärung dieses Sachverhaltes wurden aus den Gruppenmittelwerten der Verdaulichkeitsquotienten die über den Kot ausgeschiedenen Energieinhalte für Rohprotein und verfügbare Energie bestimmt und miteinander verglichen. Bei gleicher Proteinversorgung in den Rationsgruppen 1 - 3 (Versuch I) resultiert die bessere Energieausnutzung bei 20 ppm Tylosin (R2) zu 39% aus der besseren Proteinverdaubarkeit, in R3 (50 ppm Carbadox) zu 75%. Die in Mast I schlechter proteinversorgte Universalmastruppe (R4; 20 ppm Tylosin) bezog 47% der höheren Energieverwertung über die verbesserte Proteinverdaubarkeit. Gleiche Verhältnisse lassen sich für den Vergleich der beiden proteinreduzierten Rationsgrup-

pen 5 und 6 für 50 ppm Carbadox in R6 angeben (44% aus RP). Im Mastabschnitt II kann nur für die proteinreduzierten Gruppen (5 und 6) ein überwiegend auf der Proteinverdaubarkeit beruhender Effekt nachgewiesen werden. Hier stammen 59% der eingesparten Energie aus dem verbesserten VQ_{RP} . In den anderen Gruppen liegt hier die Verteilung bei einem Drittel zu Lasten des Rohproteins und zu zwei Dritteln zu Lasten von Fett und Kohlenhydraten. Somit kann im Versuch I anhand dieser Betrachtung das Mehrwachstum insbesondere im Mastabschnitt I überwiegend auf die verbesserte Proteinausnutzung zurückgeführt werden.

Im Versuch II liegen andere Verhältnisse vor. Die im Versuchsabschnitt Mast I signifikante Erhöhung der Verdaulichkeitswerte für Futtertrockensubstanz und Energie (92 bzw. 89 % aller Beobachtungen) in den Wirkstoffgruppen belegt den geringen Einfluß der scheinbaren Rohproteinverdaubarkeit auf die Leistungsverbesserung in diesem Versuch. In den 40 ppm Tiamulingruppen (R2 und R3) wurden nur 24 bzw. 17 % der durch den Leistungsförderer zusätzlich zur Verfügung stehenden Energie aus einer effektiveren Proteinverwertung bezogen. Für 40 ppm Tylosin ist der entsprechende Wert 26%. In beiden Fällen steht also die optimierte Ausnutzung der Energieträger Fett und Kohlenhydrate in ursächlichem Zusammenhang mit dem gemessenen Mehrwachstum. Der geringe Einfluß der Wirkstoffe auf die bessere Ausnutzung des Futterproteins kommt im Mastabschnitt II noch deutlicher zum Ausdruck. Während 10 ppm Tiamulin 30% und 10 ppm Tylosin 13% des Energiegewinns in den Versuchsgruppen R2 bzw. R4 aus der erhöhten Proteinverdaubarkeit bezogen, sind in Versuchsgruppe R3 (ohne Wirkstoff in Mast II) 100% der Veränderung des VQ_{RP} durch eine gleichgerichtete Anhebung des VQ_{RP} vollständig erklärbar.

Ähnliche Überlegungen für den Versuch III sind kaum aussichtsreich, da insgesamt keine Leistungsverbesserung in den Wirkstoffgruppen erzielt wurde. Allerdings scheint auch hier - analog zu Versuch I - eher ein Einfluß auf die Proteinverwertung vorzuliegen.

4.2 KORRELATION VERDAULICHKEIT - WACHSTUM

In einer Korrelationsrechnung, welcher die lineare Maßkorrelation nach PEARSON und BRAVAIS zugrunde liegt, wurden jeweils die Relativwerte der Wachstumsparameter Lebendmassenzunahme (LMZ) und Futtermittelverwertung (FVW) mit den jeweiligen Relativzahlen der Verdaulichkeitswerte für Rohprotein und Energie verglichen. Korrelationen wurden sowohl über die Gesamtversuchsdauer aller drei Versuche als auch getrennt nach Mastabschnitten aufgesucht.

Für die Wechselbeziehung zwischen scheinbarer relativer Rohprotein- bzw. Energieverdaulichkeit und LMZ ($n = 28$) konnten über die Gesamtversuchsdauer Korrelationskoeffizienten ermittelt werden, die zwar nur eine geringe Korrelation erkennen lassen ($r = 0,411$ bzw. $0,493$), welche aber innerhalb des 95% Konfidenzintervalles liegt. Die korrespondierenden Koeffizienten für die FVW zeigen ebenfalls eine geringe Korrelation ($r = 0,376$ bzw. $0,347$; $P < 0,1$).

Werden die entsprechenden Zuordnungen getrennt nach Leistungsabschnitt Mast I bzw. II vorgenommen ($n = 14$), so läßt sich im Mastabschnitt I eine hohe Korrelation zwischen VQ_{R} und LMZ von $r = 0,842$ angeben ($P < 0,01$). Alle drei anderen Korrelationskoeffizienten ($VQ_{\text{R}} / \text{FVW}$: $0,439$; $VQ_{\text{RP}} / \text{LMZ}$: $0,393$; $VQ_{\text{RP}} / \text{FVW}$: $0,492$) liegen außerhalb des 95% Konfidenzintervalles. Im Mastabschnitt II sind - entsprechend der geringen Leistungssteigerung in den Wirkstoffgruppen - keine signifikanten Korrelationen zu erwarten. So ergeben die Wechselbeziehungen zwischen $VQ_{\text{RP}} / \text{FVW}$ bzw. LMZ Werte für r von $0,409$ bzw. $0,342$. Die korrespondierenden Ergebnisse für VQ_{R} sind $0,099$ bzw. $-0,077$.

Es konnte für die drei durchgeführten Versuche über die gesamte Mastdauer gezeigt werden, daß eine Anhebung der scheinbaren Verdaulichkeit von Rohprotein und/oder Energie mit einer besseren Gewichtsentwicklung einhergeht. Die entsprechende Aussage bezüglich der Futtermittelverwertung unterliegt einer größeren Unsicherheit, da die Futtermittelverwertung ganz entscheidend von der Höhe des Futtermittelverbrauches abhängt.

4.3 PROTEINWIRKUNGSVERHÄLTNIS

Vergleiche zwischen relativer Steigerung der Proteinwirkungsverhältnisse in den Wirkstoffgruppen, einerseits bezogen auf verzehrtes Rohprotein (PER, Protein efficiency ratio) und andererseits bezogen auf verdautes Protein (PER verd.), zusammen mit der relativen Anhebung der scheinbaren Rohproteinverdaulichkeit scheinen geeignet, Hinweise auf die qualitative Wirkung der eingesetzten Wachstumsförderer geben zu können. Die wirkstoffabhängige Verbesserung der Proteinverdaulichkeit stellt mehr Protein aus der aufgenommenen Futtermenge zur Verfügung. Wird die bessere Proteinversorgung in Mehrwachstum umgesetzt, ist zu erwarten, daß die Anhebung der PER höher ausfällt, als die Steigerung der PER verd. Eine mehr oder weniger gleich große Verbesserung beider Parameter (insbesondere bei einer Rohproteinverdaubarkeit auf dem Niveau der wirkstofffreien Kontrollgruppe) läßt die Vermutung zu, daß eine beobachtete Leistungsverbesserung in den Wirkstoffgruppen auf intermediäre Reaktionen des Leistungsförderers zurückzuführen sind, die eine anabole Stoffwechsellaage begünstigen.

Entsprechende Vergleiche im Versuch I zeigen im Versuchsabschnitt Mast I in den 20 ppm Tylosingruppen (R2 und R4) deutlich über der Kontrollgruppe (R1) liegende Werte für PER und für PER verd. (+10 bzw. +9 % für R2; +8 bzw. +9 % für R4), V_{GR} wurde kaum beeinflusst. 40 ppm Tylosin scheinen auf den Intermediärstoffwechsel Einfluß zu nehmen, möglicherweise durch Anhebung der biologischen Wertigkeit des Futterproteins. Besonders in der Gruppe R4 wird dies deutlich, da PER verd. stärker angehoben wird als PER. Eine gesteigerte biologische Proteinwertigkeit bedingt kalorogene Effekte, die sich in der Reduzierung exotherm ablaufender Entgiftungsreaktionen und Verminderung der Harn-N-Verluste äußern. Damit wird das Verhältnis verdauliche Energie zu Nettoenergie verbessert, es steht mehr Nettoenergie für das Wachstum zur Verfügung. Gleiche Verhältnisse im Mastabschnitt II werden nur in der proteinreduzierten Rationsgruppe R6 (Carbadox in Mast I, Tylosin in Mast II) festgestellt (PER +9%; PER verd. +8%). In der höher proteinversorgten Tylosingruppe R2 scheint

die Leistungsverbesserung in diesem Versuchsabschnitt hauptsächlich auf der um 2% über der Kontrollgruppe liegenden Proteinverdaubarkeit zu beruhen (PER +6%; PER verd. +3%). Die Tylosingabe im Versuch II zeigt eher im Versuchsabschnitt II intermediäre Wirkung (jeweils +3% für PER und PER verd.; $VQ_{RP} \pm 0$), während in Mast I auch der Einfluß auf die Verdaubarkeit des Proteins deutlich wird ($VQ_{RP} +2\%$; PER +7%; PER verd. +5%).

Für den Wirkstoff Tiamulin, Rationsgruppen 2 und 3 im Versuch II sowie R4 im Versuch III, lassen sich in der ersten Mastperiode Hinweise auf anabole Effekte durch Wirkung auf den Intermediärstoffwechsel finden. Bei Verdaulichkeitswerten für Rohprotein, die kaum über die negativen Kontrollgruppen angehoben sind, ist für die PER wie für die PER verd. eine erhebliche, in etwa gleich große Steigerung zu verzeichnen. So lassen sich im Versuch II Verbesserungen für PER bzw. PER verd. in den Versuchsgruppen R2 (R3) angeben mit: +16 : +14 (+10 : +9) %. Im Versuch III waren dies +10 : +8 %. Im Mastabschnitt II (10ppm Tiamulin) waren keine deutlichen Leistungsverbesserungen zu beobachten.

Pleuromulin, das im Versuch III (R2 und R3) zwar zu keiner Steigerung der Mastleistung führte, zeigt aber insbesondere in der Rationsgruppe 2 einen deutlichen Hinweis auf eine mögliche Anhebung der Proteinwertigkeit. Sowohl die PER als auch die PER verd. sind um relativ 12% über die Kontrollgruppe R1 erhöht, während die Proteinverdaulichkeit der wirkstofffreien Gruppe (1) entspricht. Gewichtsentwicklung und Futterverzehr lagen unter Kontrollniveau (-6 bzw. -9 %). So kann die Anhebung der biologischen Wertigkeit der geringeren Menge aufgenommenen Proteins das ermittelte Ergebnis erklären.

Entsprechende Betrachtungen für den Wirkstoff Carbadox (50 ppm) im Mastabschnitt I (Versuch I, Rationsgruppen 3 und 6) lassen in beiden Rationsgruppen den relativ hohen Einfluß dieses Wachstumsförderers auf die scheinbare Rohproteinverdaubarkeit erkennen.

Gegenüber den Kontrollgruppen (R1 für R3 und R5 für R6) ist VQ_{app} um 3 bzw. 4 % erhöht. In der Rationsgruppe 3 wird die PER noch um 3%, die PER verd. jedoch nicht über das entsprechende Kontrollniveau angehoben. Bei geringerer Proteinversorgung in Gruppe R6 betragen die entsprechenden Steigerungen +12 bzw. +7 %. In beiden Fällen steht mehr Protein aus dem verzehrten Futter für das Wachstum zur Verfügung. Daß auch unter diesen Verhältnissen ein thermischer Verluste reduzierender Effekt von dem eingesetzten Leistungsförderer ausgeht, zeigten YEN et al. (1985). In ihrer Untersuchung belegten sie, daß Carbadox den Grundumsatz reduziert (gemessen am Sauerstoffverbrauch) und die Dünndarmmasse verringert mit einer gesenkten turn-over Rate der Dünndarmschleimhaut. Damit wird aus der umsetzbaren Energie mehr Nettoenergie für das Wachstum zur Verfügung gestellt.



5. ZUSAMMENFASSUNG

In 3 Wachstumsversuchen an insgesamt 336 Mastschweinen wurde der Einfluß verschiedener als leistungsfördernd geltender Substanzen auf die Verdaubarkeit der Futtertrockensubstanz (TS), des Futterrohproteins (RP) und der -energie (E) in 2 Versuchsabschnitten (Mast I, LM < 50 kg; Mast II, LM > 70 kg) untersucht.

In den Versuchen I, II bzw. III mit den Substanzen Carbadox und Tylosin, Tylosin und Tiamulin bzw. Tiamulin und Pleuromulin wurden Futtermischungen auf der Basis von Weizen, Sojaextraktionschrot und Mais mit Proteingehaltswerten von 18,6 (16,4) %, 20,4 (14,8) % bzw. 20,9 (16,9) % der TS in Mast I (Mast II) angeboten. Die korrespondierenden bombenkalorimetrisch ermittelten Energiekonzentrationen lagen bei 18,3 (18,3), 18,4 (18,4) bzw. 18,2 (18,5) MJ/kg TS. Zur Bestimmung der Verdaulichkeit wurde Futter mit 0,5% Chromoxid über 5 Tage angeboten, an den 2 letzten Tagen wurde Kot jeweils buchtweise (2 Schweine/Bucht, insgesamt 167 (149) Buchten in Mast I (II)) gesammelt und aufgearbeitet.

Die Ergebnisse werden nach Mastabschnitten und Leistungsförderern geordnet - ohne Pleuromulin, das sich auch als nicht wachstumswirksam erwiesen hatte - wiedergegeben. Im Mittel der 3 Versuche ergab sich in Mastabschnitt I (II) für die Wirkstoffgruppen eine TS-Verdaulichkeit von 80,2 (80,9) % gegenüber 78,9 (80,8) % der Kontrollgruppen. Für die Vergleiche Tylosin (n = 36 bzw. 60 in Mast II) zu Kontrollen (n = 24 bzw. 34 in Mast II), Tiamulin (n = 36 bzw. 31 in Mast II) zu Kontrollen (n = 24 bzw. 21 in Mast II) und Carbadox (n = 21) zu Kontrollen (n = 21) wurden für Mast I (II) folgende Wertepaare ermittelt: 80,3 : 78,9 (80,4 : 80,6) %, 81,0 : 79,5 (81,4 : 81,1) % bzw. 78,5 : 77,6 % (kein Carbadox in Mast II).

Die RP-Verdauungsquotienten zeigten für Carbadox mit 78,1 % den höchsten Unterschied zu den Kontrollen mit 75,6 %. Die entsprechenden Wertepaare für Tylosin und Tiamulin betrugen in Mast I (II) 79,7 : 78,8 (81,6 : 80,6) % bzw. 81,7 : 79,9 (84,5 : 83,1) %. Etwa gleichgroße Differenzen wurden in Mast I für die

Vergleiche in der Energieverdaubarkeit gemessen: Tylosin 81,0 : 79,8 % (dagegen mit 81,3 : 81,3 % kein Unterschied in Mast II); Tiamulin 82,7 : 81,1 (82,8 : 82,7) % und Carbadox 78,9 : 77,9 %. Im Mittel der 3 Leistungsförderer-Gruppen wurden als scheinbare RP-Verdaulichkeit in Mast I (II) 80,2 (83,0) % gegenüber 78,8 (81,8) % der Kontrollgruppen errechnet, als E-Verdaubarkeit 81,3 (82,0) % bzw. 79,9 (82,0) %.

Entsprechend den geringen Effekten von Leistungsförderern in der 2. Masthälfte waren auch die Veränderungen in der Verdaubarkeit von TS, RP und E - wenn überhaupt meßbar - relativ klein ausgefallen.

Aus dem Datenmaterial ergab sich eine positive Korrelation zwischen Wachstumssteigerung und Anhebung der RP- und E-Verdaubarkeit ($P < 0,05$). Für die 2 restlichen Beziehungen, Verbesserung der Futterverwertung zu erhöhter E- bzw. RP-Verdaubarkeit war eine Korrelation nur angedeutet ($P < 0,1$).

5.1 SUMMARY

GROWTH PROMOTERS IN PIG FATTENING INFLUENCE ON NUTRIENT ABSORPTION

During three experiments with growing fattening pigs, a total of 336 pigs were used to detect the influence of different substances with growth promoting abilities on the digestibility of dry matter (DM), crude protein (CP) and energy (E) in two sections (fattening period I, FP I, body weight < 50 kg; fattening period II, FP II, body weight > 70 kg).

In experiment I, II, resp. III, while using the substances Carbadox and Tylosin, Tylosin and Tiamulin, respectively Tiamulin and Pleuromulin, feed mixtures were used based on wheat, soya bean meal and corn, including a percentage of CP referring to DM of 18.6 (16.4) %, 20.4 (14.8) %, resp. 20.9 (16.9) %. The corresponding concentrations for energy, ascertained by bomb calorimeter were 18.3 (18.3), 18.4 (18.4), resp. 18.2 (18.5) MJ/kg DM. For determination of the digestibility, feed was offered over a five-day-period containing 0.5% chromic oxide; the last two days feces had been collected for every subdivision (2 pigs/subdivision, amounting to 167 (149) subdivisions in FP I (II)) and worked off in laboratories.

The results are classified into fattening period and growth promoter - without Pleuromulin showing any effect of performance. An average of all 3 experiments showed in FP I (II), for groups including an active ingredient, DM-digestion of 80.2 (80.9) % facing 78.9 (80.8) % for control-groups. Comparing Tylosin (n = 36 resp. 60 for FP II) to control (n = 24 resp. 36 for FP II), Tiamulin (n = 36 rep. 31 for FP II) to control (n = 24 resp. 21 for FP II) and Carbadox (n = 21) to control (n = 21), the following data-couplings had been received for FP I (II): 80.3 : 78.9 (80.4 : 80.6) %, 81.0 : 79.5 (81.4 : 81.1) %, resp. 78.5 : 77.6 % (no Carbadox in FP II).

There was the most apparent difference of CP-digestibility to the controls for Carbadox (78.1 : 75.6 %). Corresponding data-coupling referring to Tylosin and Tiamulin amounted to FP I (II) 79.7 : 78.8 (81.6 : 80.6) %, resp. 81.7 : 79.9 (84.5 : 83.1) %. Approximately the same differences had been ascertained in FP I for comparison of E-digestibility: Tylosin 81.0 : 79.8 % (but no difference in FP II: 81.3 : 81.3 %); Tiamulin 82.7 : 81.1 (82.8 : 82.7) % and Carbadox 78.9 : 77.9 %. From those 3 assays made to find out apparent CP-digestibility in the growth promotant groups, an average was computed in FP I (II) of 80.2 (83.0) % facing 78.8 (81.8) % for control groups, E-digestibility 81.3 (82.0) %, resp. 79.9 (82.0) %.

Equivalent to small effects of growth promoting substances in FP II the alterations in digestibility of DM, CP and E were - if generally measurable - relative small.

By data assembling it resulted a positive correlation between growth promoting and enhanced E- and CP-digestibility ($P < 0.05$). For the 2 remaining relations - improvement of food utilization referring to heightened E-, resp. CP-digestibility a correlation was indicated ($P < 0.1$).

6. LITERATURVERZEICHNIS

- 1 **BEAMES, R.M. and L.E. LLOYD (1965)**
Response of pigs and rats to rations supplemented with Tylosin and high levels of copper
J. Anim. Sci. 24, (4), 1020 - 1026
- 2 **BERSCHAUER, F., U. EHRENSVÄRD, K.H. MENKE (1979)**
Zur Wirksamkeit von Olaquinox und Chlortetracyclin in der Ferkelaufzucht
Z. Tierphys. Tierern. u. Futtermittelkde. 41, 280 - 292
- 3 **BICKEL, H. (1983)**
Wachstumsfördernde antimikrobielle Stoffe
Schw. Archiv f. Tierheilkunde 125, (4), 175 - 184
- 4 **BROZ, J. and J. SCHULZE (1987)**
Efficacy of citric acid as a feed additive in early weaned piglets
Z. Tierphys. Tierern. u. Futtermittelkde. 58, (4), 215 - 223
- 5 **BURNSIDE, J.E., R.H. GRUMMER, P.H. PHILLIPS, G. BOHSTEDT (1954)**
The influence of crystalline Aureomycin and Vitamin B₁₂ on the protein utilization of growing-fattening swine
J. Anim. Sci. 13, (1), 184 - 200
- 6 **CHAWLA, R.C., T. HERSH, D.W. LAMBE jr., A.D. WADSWORTH, D. RUDMAN (1976)**
Effect of Antibiotics on Growth of the Immature Rat
J. Nutr. 106, (12), 1737 - 1746

- 7 **CROMWELL, G.L. (1983)**
Antibiotics for Growth Promotion in Swine
Maryland Nutr. Conf. for Feed Manufact.: Proceedings 1983
37 - 44
- 8 **DIERICK, N.A., I.J. VERVAECKE, J.A. DECUYPERE,
H.K. HENDERICKX (1986)**
Influence of the gut flora and some growth-promoting feed
additives on nitrogen metabolism in pigs
II. Studies in vivo
Livestock Prod. Sc. 14, (2), 177 - 193
- 9 **ELLIS, M., M. DAVIES, P.A. BRIGGS, D.G. ARMSTRONG (1983)**
A note on the influence of Avoparcin on apparent
digestibility and nitrogen retention in growing pigs
Anim. Prod. 36, (1), 151 - 153
- 10 **ENTEL, H.-J. (1985)**
Wachstumsförderung in der Tierproduktion aus der Sicht
der Rechtssetzung und Zulassung
Kraftfutter 68, (10), 353 - 354 und (11), 401 - 404
- 11 **FUTTERMITTELGESETZ (1975)**
BGBI. I, (76), 1745 - 1753
- 12 **GEDEK, B. (1985)**
Growth promotant effects by feed-managed inoculation of
selected microorganisms
Proc. V, Int. Kongreß f. Tierhygiene, Hannover,
10.-13.09.1985

- 13 **GEDEK, B. und P. HOFFMANN (1983)**
Eignungskriterien für die Verwendung von Tiamulin
(Dynamutilin[®]) als Wachstumsförderer beim Schwein
Tierärztliche Umschau 38, (5), 324 - 337
- 14 **GREIFE, H.A. und F. BERSCHAUER (1988)**
Heutige Leistungsförderer vor dem Hintergrund neuer
Entwicklungen
Kraftfutter 71, (1), 18 - 22
- 15 **GROPP, J. (1975)**
Der Einfluß von FORTRIGO[®] auf die Nährstoffverwertung
Ref. Pfizer GmbH, 66 - 94
- 16 **GROPP, J. (1983)**
Wachstumsförderer: Anforderungen für die Zulassung,
Nutzen und Risiken in der Anwendung
Kraftfutter 66, (12), 486
- 17 **GROPP, J. (1986)**
Leistungsförderer: Wirkung und Einsatz beim Nutztier
VDLUFA-Schriftenreihe, Heft 20, Kongreßband 1986,
Oldenburg
- 18 **GROPP, J. und F. GRUBER (1988)**
Einfluß von Di-N-Oxiden auf den Futterverzehr von Ferkeln
Kraftfutter 71, (2), 50 - 51
- 19 **HAUSCHILD, H.J., D. SCHNEIDER, K. BRONSCH (1977)**
Olaquinox - ein neuer Wachstumspromotor in der Tierer-
nährung
IV. Zur Wirkung auf die Verdaulichkeit der Rohnnährstoffe
und der Energie im Ferkelaufzuchtfutter
Z. Tierphys. Tierern. u. Futtermittelkde. 38, 241 - 248

- 20 HENNIG, A., H. LÜDKE, B. MEIXNER, H.-J. LÖHNERT (1986)
Einsatz ergotroper Substanzen als Darmflorastabilisatoren
Arch. exp. Vet.med. 40, (5), 639 - 645
- 21 HILLEMEIR, H., S. STRUCK, U. TER MEULEN, K.D. GÜNTHER
(1980)
N-Bilanzstudien an Broilern und Laborratten unter dem
Einfluß wachstumsfördernder Verbindungen
Z. Tierphys. Tierern. u. Futtermittelkde. 44, 223 - 232
- 22 HOPPENBROCK, K.H. und D. GLIMM (1987)
Wirkung verschiedener organischer Säuren auf Gewichtsentwick-
lung, Futterverzehr und Futterakzeptanz beim Ferkel
Kraftfutter 70, (7), 250 - 252
- 23 HUANG, T.C. and C.M. MCCAY (1953)
The effect of Terramycin on the growth and body
composition of pigs
J. Nutr. 50, 129 - 139
- 24 JOST, M. (1983)
Die Anwendung von Wachstumsförderern beim Schwein
Schw. Arch. f. Tierheilkde 125, (4), 205 - 212
- 25 JUKES, T.H., E.L.R. STOKSTAD, R.R. TAYLOR, T.J. CUNHA,
H.M. EDWARDS, G.B. MEADOWS (1950)
Growth promoting effect of Aureomycin on Pigs
Arch. Biochem. 26, 324 - 325

- 26 KAEMMERER, K. und J. FINK (1982)
Untersuchungen mit inaktiviertem Zinkbacitracin
Dt. Tierärztl. Wochenschr. 89, (2), 74 -77
- 27 KIETZMANN, M. und A. DEY-HARZA (1982)
Biologische Einflüsse auf die Eiweißsyntheserate der
Leber von Ratten
Dt. Tierärztl. Wochenschr. 89, (2), 70 - 74
- 28 KLAUS, W. (1956)
Untersuchungen über den Einfluß von Penicillin und
Aureomycin auf die Verdaulichkeit der Nährstoffe und
die N-Retention beim Schwein
Z. Tierernährung u. Futtermittelkde. 11, 1 - 20
- 29 LEBENSMITTEL- UND BEDARFSGEGENSTÄNDEGESETZ (1974)
BGBl. I, 1946
- 30 LIEBSCHER, W. und K. TSCHIDERER (1953)
Wird durch Aurofac die Verdauung des Eiweißes beeinflusst?
Bodenkultur Z, 251 - 253
- 31 LIVINGSTONE, R.M., V.R. FOWLER, R. McWILLIAM (1982)
The effect of two antibacterial agents in a pig diet on
the digestibility of protein and organic matter at the
terminal ileum and over the whole gut
Anim. Prod. 34, 403 - 404
- 32 LÜDGE, H., F. SCHÖNE, A. HENNIG, K. GRUHN (1986)
Der Einfluß des Antibiotikums Nourseothricin auf Verzehr,
Zunahme und Futteraufwand bei Ferkeln sowie auf den
Energie- und Proteinansatz von Mastschweinen
Arch. exptl. Vet.med. 40, (5), 754 - 768

- 33 **MAYROSE V.B. and J.R. FOSTER (1985)**
Effect of tiamulin on the performance of
growing-finishing pigs
J. Anim. Sci. 61, (suppl.1)
- 34 **MENKE, K.H. und G. KRAMPITZ (1973)**
Antibiotikawirkung in nutritiver Dosierung
Übers. Tierern. 1, (4), 255 - 272
- 35 **MEYER, H. und H. KRÖGER (1973)**
Kupferfütterung beim Schwein
Übers. Tierern. 1, 9 - 44
- 36 **MUIRHEAD, S. (1986)**
Tiamulin found effective as growth promotant for swine
Feedstuffs 58, (23), 10 - 20
- 37 **PARKER, D.S., R.C. MacGREGOR, H.J. FINLAYSON,
P. STOCKHILL, J. BALIOS (1984)**
Einfluß des Einsatzes von Avoparcin im Futter auf den
Zellstoffwechsel und die Enzymaktivität in der Dünndarm-
schleimhaut der Ratte
Can. J. Anim. Sc. 64, 136 - 137 -Dt. Übersetzung-
- 38 **PETRY, H. und W. RAPP (1971)**
Zur Problematik der Chromoxidbestimmung in Verdauungs-
versuchen
Z. Tierphys. Tierern. u. Futtermittelkde. 27, 181
- 39 **PFIRTER, H.P., H.M. HALTER, H. JUCKER, H. BICKEL (1978)**
Die Wirkung der Verabreichung von Chinoxalinderivaten auf
das Wachstum und den Stoffwechsel des Schweines
Z. Tierphys. Tierern. u. Fu.mi.kde. 40, 191 - 203

- 40 ROJAHN, A. (1987)
Futtermittelrechtliche und tierschutzrechtliche
Vorschriften in der EG unter Wettbewerbsaspekten
Kraftfutter 20, (11), 400 - 404
- 41 ROTH, F.X. und M. KIRCHGESSNER (1977)
Zur nutritiven Wirkung von Olaquinox bei Mastschweinen
und Broilern
Züchtungskunde 49, (1), 66 - 74
- 42 SCHNEIDER, W., F. BERSCHAUER, U. EHRENSVÄRD, K.H. MENKE
(1979)
Zur wachstumsfördernden Wirkung von Avotan bei Mast-
schweinen
Z. Tierphys. Tierern. u. Futtermittelkde. 41, 293 - 300
- 43 SCHNEIDER, W., H.J. LANTZSCH, K.H. MENKE (1970)
Zum Einsatz von Nitrovin in der Schweinemast
Landw. Forsch. 23, 350 - 352
- 44 SCHNEIDER, W. und H.M. MÜLLER (1974)
Der Einfluß verschiedener Behandlungsmethoden auf die
scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe beim Schwein
Landw. Forsch. 31, (II. So.heft), 97 - 99
- 45 SCHOLE, J. (1982)
Stoffwechselregulation und Wirkungsweise von Wachstums-
förderern
Aktuelle Themen der Tierernährung und Veredelungswirt-
schaft, LOHMANN TIERERNÄHRUNG GmbH, Cuxhaven
- 46 SCHÜRCH, A. (1983)
Zur Geschichte der Anwendung antimikrobieller Stoffe in
der Tierernährung
Schw. Arch. f. Tierheilkunde 125, (4), 169 - 174

- 47 **SCHÜRCH, A.F., E.W. CRAMPTON, S.R. HASKELL (1952)**
The use of chromic oxide in digestibility studies with
pigs fed ad libitum in the barn
J. Anim. Sc. 11, 261 - 265
- 48 **SETTLER, A. (1987)**
Wachstumshormon für Schweine
Schweinewelt 12, (5), 218 - 219
- 49 **VANSCHOUBROEK, F. und L. GHESQUIERE (1970)**
Betrachtungen nach 20jährigem Einsatz von Antibiotika in
der Ernährung wachsender Schweine
Z. Tierphys. Tierern. u. Futtermittelkde. 26, 303 - 316
- 50 **VERVAECKE, I.J., J.A. DECUYPERE, N.A. DIERICK,
H.K. HENDERICKX (1979)**
Quantitative in vitro evaluation of the energy metabolism
influenced by Virginiamycin and Spiramycin used as growth
promoters in pig nutrition
J. Anim. Sc. 49, (3), 846 - 856
- 51 **WISEK, W.J. (1978)**
The mode of growth promotion by antibiotics
J. Anim. Sc. 46, (5), 1447 - 1469
- 52 **YEN, J.T., A.H. JENSEN, N.H. BAJJALIEH, V.D. LADWIG
(1976)**
Effects of Methyl-3(2-Quinoxalinylmethylene)Carbazate-N¹,
N⁴-Dioxide on nitrogen and energy digestibility in and
performance of young pigs
J. Anim. Sc. 42, (2), 375 - 380
- 53 **YEN, J.T., J.A. NIENABER, W.G. POUD, V.H. VAREL (1985)**
Effect of Carbadox on Growth, Fasting Metabolism, Thyroid
Function and Gastrointestinal Tract in Young Pigs
J. Nutr. 115, (8), 970 - 979

54

ZUCKER, H. (1986)

Futterzusatzstoffe - unentbehrlich für Landschaftsschutz
und Tierschutz ?

Kraftfutter 69, (9), 328 - 331

55

Versuchsbericht des Institutes für Physiologie,
Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie
der Tierärztlichen Fakultät an der
Ludwig-Maximilians-Universität München

ZUCKER, H. und J. GROPP (1988)

Leistungsfördernde Effekte von Carbadox bei Reduktion des
Proteingehaltes im Futter bzw. bei Ausdehnung der Verab-
reichungsdauer auf futtermittelrechtlich zulässige
120 Lebenstage

56

Versuchsbericht des Institutes für Physiologie,
Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie
der Tierärztlichen Fakultät an der
Ludwig-Maximilians-Universität München

ZUCKER, H. und J. GROPP (1988)

Untersuchung zum nutritiven Effekt von Tiamulin in der
Schweinemast (ca. 40 - 100 kg LM)

57

Versuchsbericht des Institutes für Physiologie,
Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie
der Tierärztlichen Fakultät an der
Ludwig-Maximilians-Universität München

ZUCKER, H. und J. GROPP (1987)

Prüfung der wachstumsfördernden Wirkung von Pleuromulin
im Vergleich zu Tiamulin bei Schweinen

	Seite
<u>ANHANG I</u>	74
VERSUCH I	74
I.1 Versuchsanlage	74
I.2 Tiermaterial und -haltung	75
I.3 Futter	75
I.3.1 Futterzusammensetzung	75
I.3.2 Futtermittelanalysen	77
I.4 Versuchsdurchführung	78
I.5 Versuchsverlauf	78
I.6 Analysenwerte	79

ANHANG I

VERSUCH I

Dieser Versuch sollte die Möglichkeit einer Proteineinsparung im Schweinemastfutter unter Ausnutzung der ernährungsphysiologischen Einflüsse von Carbadox und Tylosin klären.

I.1 Versuchsanlage

Über die Versuchsanlage informiert Tabelle 30.

Tab. 30: Versuchsanlage Versuch I

Code		1	2	3	4	5	6
AUFZUCHT							
Rohprotein	%	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8
Carbadox	ppm	-	50	50	50	-	50
MAST I							
Rohprotein	%	17,3	17,3	17,3	15,8	16,3	16,3
Carbadox	ppm	-	-	50	-	-	50
Tylosin	ppm	-	20	-	20	-	-
MAST II							
Rohprotein	%	14,3	14,3	14,3	15,8	13,3	13,3
Tylosin	ppm	-	15	15	20	-	15
Tierzahl		12x2	12x2	12x2	12x2	12x2	12x2

Der Versuch wurde in drei Abschnitte unterteilt. Einer Aufzuchtperiode (14,8 - 35 kg LM) schloß sich die Mastperiode I an, die für die Rationsgruppen 1 - 4 bis zu einer Lebendmasse von 50 kg dauerte, für die Rationsgruppen 5 und 6 bis 120 Tage Lebensalter. Die Mastperiode II schließlich war mit dem Versuchsendgewicht von 95 kg LM abgeschlossen.

I.2 Tiermaterial und -haltung

144 Ferkel mit durchschnittlich 14,8 kg Lebendmasse wurden für diesen Versuch aufgestellt und blockweise nach Zufall auf die sechs Rationsgruppen verteilt. Das Geschlechtsverhältnis war 78 männlich-kastrierte zu 66 weiblichen Tieren. Die insgesamt 72 Buchten waren auf zwei Ställe in nebeneinanderliegenden Gebäuden verteilt

I.3 Futter

Für jede Futtermischung wurde eine Grundmischung hergestellt, die 95% der Rezeptur (Getreide und Sojaextraktionsschrot) enthielt. Die restlichen Komponenten einschließlich der Wirkstoffe wurden auf der Institutsanlage zu einem 5%igen Prämix vermischt. Aus Prämix und Basale wurde auf der Anlage des OWF das Futter hergestellt und anschließend pelletiert. Die einzelnen Chargen variierten von 350 - 500 kg.

Das pelletierte Alleinfutter enthielt in den Wirkstoffgruppen TYLAN® (Tylosinphosphat, 25%ig, Fa. ELANCO, Bad Homburg) und FORTRIGO® (Carbadox, 10%ig, Fa. PFIZER, Karlsruhe).

I.3.1 Futterzusammensetzung

Tabelle 31 gibt die Futterzusammensetzung wieder. Die Rezeptur des Aufzuchtfutters bleibt unberücksichtigt, da dieser Leistungsabschnitt im Rahmen meiner Arbeit nicht berührt wurde.

Tab. 31: Mastfutter I, II, Universalmastfutter im Versuch I

Komponente (%)	Mast I		Mast II		Universalmast
Futternu0026ttyp ¹	N	R	N	R	N
Rohprotein (%) ²	17,3	/ 16,3	14,3	/ 13,3	15,8
Lysin (%) ²	0,90	/ 0,85	0,76	/ 0,7	0,80
ME (MJ/kg) ²	12,9	/ 12,9	13,1	/ 13,1	12,9
Weizen	45,000/48,000		45,000/48,000		49,500
Mais	11,000		15,000		11,000
Hafer	10,000		11,000		10,000
Sojaextraktionschrot	16,000/13,000		6,000/3,000		11,500
Weizennachmehl	8,000		11,000		8,000
Zuckerru0026rubbenschn.	5,000		7,000		5,000
Tierkru0026rpermehl	1,700/1,690		2,500		1,680
Lysin-HCl ³	0,150/0,185		0,300/0,350		0,200
Natriumchlorid	0,400/0,375		0,350/0,300		0,370
Dicalciumphosphat	0,900		0,300		0,900
Calciumcarbonat	0,600		0,550		0,600
Vitamin-VM ⁴	0,400		0,200		0,400
Spurenelement-VM ⁵	0,150		0,100		0,150
Luprosil ⁶	0,500		0,500		0,500
Wirkstoff-VM ⁷	0,200		0,200		0,200
	100,000		100,000		100,000

¹: N = Normtyp; R = Proteinreduziert.

²: berechnete Werte.

³: Eurolysin; Fa. LOHMANN, Cuxhaven.

⁴: Vitaminvormischung enthdu0026lt in 4 (2) g
(= pro 1 kg Futter):

Cholin	600 (300) mg;	Ascorbinsu0026ure	120 (60) mg;
Niacin	72 (36) mg;	α -D-Tocopherolacetat	48 (24) mg;
Ca-pantothenat	24 (12) mg;	Riboflavin	9,6 (4,8) mg;
Thiamin	7,2 (3,6) mg;	Retinol	6 (3) mg;
Pyridoxin	4 (2) mg;	Menadion	1,6 (0,8) mg;
Folsu0026ure	240 (120) μ g;	Biotin	120 (60) μ g;
Cholecalciferol	44 (22) μ g;	Cobalamin	60 (40/20) μ g.

⁵: Spurenelementvormischung enthdu0026lt in 1,5 (1) g
(= pro 1 kg Futter):

Fe	120 (80) mg;	Zn	109,2 (72,8) mg;	Cu	60 (40) mg;
Mn	58,8 (39,2) mg;	Se	216 (144) μ g.		

⁶: Calciumpropionat, Fa. BASF, Ludwigshafen.

⁷: Wirkstoffvormischung enthdu0026lt:

Carbadox (10 %ig), Fa. PFIZER, Karlsruhe;
Tylosin (25 %iges Tylosinphosphat), Fa. ELANCO, Bad Homburg
beide auf Sojafeu0026inmehl.

1.3.2 Futtermittelanalysen

Die Untersuchung von Futterproben jeder Rationsgruppe und für alle Mastalleinfuttern Typen erfolgte an der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt, Kiel. Die Untersuchungsergebnisse sind in den Tabellen 32 bis 34 wiedergegeben.

Tab. 32: Mastalleinfutter I, Rohnährstoffe in %, Versuch I

Code	1	2	3	4	5	6
Rohwasser	12,30	12,20	11,50	11,70	11,90	11,70
Rohprotein	16,80	17,10	16,90	16,30	16,50	15,80
Rohfaser	3,60	3,00	3,30	2,90	3,00	3,50
Rohfett	3,00	2,80	3,10	3,00	2,80	2,90
NfE	59,60	59,50	60,80	61,30	61,30	61,80
Stärke	44,20	45,80	45,00	46,00	49,30	47,10
Ges.zucker	4,00	3,60	3,60	3,90	4,40	3,60
Rohasche	4,70	4,80	4,60	4,70	4,50	4,70
Calcium	0,78	0,80	0,76	0,78	0,84	0,74
Phosphor	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,61
CARBADOX (ppm)	n.n	n.n	44,0	n.n	n.n	46,1
TYLOSIN (ppm)	n.n	22,4	n.n	13,0	n.n	n.n

n.n = nicht nachweisbar, d.h. < 2 ppm Tylosin bzw. < 5 ppm Carbadox

Die Werte für den Rohproteingehalt in Tabelle 32 stellen Mittel aus 4 Untersuchungen dar. Da die analytisch ermittelten Rohproteingehalte der Rationen, vor allem für das Universalmastfutter (R4) und die proteinreduzierte Kontrollration (R5) vom errechneten Sollwert bei der ersten Untersuchung durch die LUFA, Kiel erheblich abwichen, wurden weitere Proben analysiert. In Tabelle 33 werden die Untersuchungsergebnisse der 4 Analysen aufgelistet.

Tab. 33: Mastalleinfutter I, Universalmastfutter, RP in %
Übersicht über die verschiedenen Analysenwerte

Code	1	2	3	4	5	6
Sollwert	17,30	17,30	17,30	15,80	16,30	16,30
LUFA / Kiel	16,80	17,70	16,70	16,40	16,50	15,40
LUFA / Kiel	16,60	17,00	17,20	16,70	16,80	15,70
HVAL	17,30	17,40	16,90	16,80	16,90	16,00
Institut	16,50	16,30	16,90	15,30	15,80	16,10
Mittelwert	16,80	17,10	16,90	16,30	16,50	15,80

HVAL = Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft,
Freising/Weihenstephan

Institut = Labor des Institutes für Physiologie, Physiologische
Chemie und Ernährungsphysiologie der Tierärztlichen
Fakultät

Tab. 34: Mastalleinfutter II, Rohnährstoffe in %, Versuch I

Code	1	2	3	4	5	6
Rohwasser	13,50	13,40	14,10	12,60	13,90	13,10
Rohprotein	14,40	14,40	14,60	16,20	13,70	13,90
Rohfaser	3,60	3,40	3,50	3,60	3,50	3,60
Rohfett	3,00	3,00	3,10	2,80	2,90	3,00
NfE	61,50	61,80	60,60	60,10	62,10	62,60
Stärke	46,90	46,50	46,10	43,60	47,60	47,80
Ges.zucker	4,10	3,80	4,00	3,70	3,70	3,70
Rohasche	4,00	4,00	4,10	4,70	3,90	3,80
Calcium	0,76	0,70	0,76	0,82	0,74	0,78
Phosphor	0,50	0,47	0,47	0,59	0,48	0,48
TYLOSIN ppm	n.n	18,1	13,5	27,8	n.n	13,4

n.n = nicht nachweisbar, d.h. < 2 ppm Tylosin

I.4 Versuchsdurchführung

Der Wachstumsversuch begann am 14.08.86. Die zwei Tage vorher angelieferten 144 Ferkel wurden individuell gekennzeichnet, gewogen und in sechs ungefähr gewichts- und geschlechtsgleiche Gruppen eingeteilt. Die Verteilung der Gruppen auf die Rationen erfolgte blockweise nach Zufall. Die Gewichtsentwicklung der Tiere wurde während der ad libitum Fütterung wöchentlich, danach bei rationiertem Futterangebot (ab 70 kg LM) alle zwei Wochen überprüft. Der Futterverzehr wurde täglich gemessen.

I.5 Versuchsverlauf

Während des Versuches verendeten fünf Tiere, die im Institut für Tierpathologie der Tierärztlichen Fakultät einer Sektion unterzogen wurden.

Aus Rationsgruppe (3) starb ein Tier in der 18. Woche aufgrund des Porcinen Stress Syndroms, in der Rationsgruppe verendete ein Tier in der 10. Woche durch Blutungsanämie infolge Magenulcus, wie auch ein Tier aus Rationsgruppe 6 in der 6. Woche, ferner zwei Tiere dieser Gruppe am Porcinen Stress Syndrom in der 16. bzw. 21. Woche. Im Versuch waren sieben Kümmerer zu verzeichnen (R1: 2; R2: 1; R3: 3; R4: -; R5: 1; R6: -).

In der 15. Versuchswoche erkrankten einige Tiere an Bronchopneumonie. Als ursächlich wird der Ausfall des Warmluftaggregates angesehen. Insgesamt wurden 41 Tiere mit antibakteriellen Therapeutika behandelt. 80% der insgesamt durchgeführten 98 therapeutischen Maßnahmen fallen in diese Zeitspanne. Auf die Rationsgruppen aufgeteilt war die Morbidität: R1: 10; R2: 6; R3: 9; R4: 7; R5: 2; R6: 7 Tiere.

I.6 Analysenwerte

In den folgenden Tabellen (Tabellen 35 bis 46) werden die von mir im Labor ermittelten Daten für Trockensubstanz (in %), Chromoxidgehalt (in % der Trockensubstanz), Energiegehalt (in kJ/kg TS) sowie Rohproteingehalt (in % der Trockensubstanz) für jede Ration gesondert aufgelistet. Die Analysen umfaßten dabei sowohl das Futter als auch die Kotsammelproben einer jeden Box pro Rationsgruppe. Aus den ermittelten Werten wurden die Verdaulichkeitsquotienten errechnet, die ebenfalls in den Tabellen wiedergegeben werden.

Tab. 35: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 1 in Mastperiode I (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		87,8	----	18330	----	18,8	----
Kotprobe der Box							
1.03	2,29	28,1	75,1	18042	75,5	19,4	74,3
1.08	2,66	23,7	78,6	18088	78,9	23,9	72,8
1.16	2,65	25,5	78,5	18146	78,7	20,5	76,5
1.25	2,62	26,0	78,2	18184	78,4	25,4	70,6
2.02	2,41	29,2	76,3	17870	76,9	15,8	80,1
2.05	2,69	23,7	78,8	17891	79,3	20,2	77,2
2.09	2,95	28,1	80,7	18042	81,0	19,5	80,0
2.17	3,00	31,5	81,0	17962	81,4	18,7	81,1
2.26	3,00	27,1	81,0	17230	82,1	20,5	79,3
2.38	2,37	28,1	75,9	18046	76,3	18,8	75,9
2.40	2,62	26,6	78,2	18075	78,5	20,6	76,2
2.46	2,29	24,4	75,1	18234	75,2	20,6	72,7
Mittel	2,63	26,8	78,1	17984	78,5	20,3	76,4
±s	0,26	2,3	2,1	261	2,2	2,4	3,3
Summe	31,55	322,0	937,6	215810	942,4	243,9	916,8

Tab. 36: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 1 in Mastperiode II (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0.55		91,4	----	18268	----	16,1	----
Kotprobe der Box							
1.03	----	----	----	----	----	----	----
1.08	3,01	26,4	81,7	18033	82,0	18,0	79,6
1.16	3,05	25,9	82,0	18184	82,1	18,3	79,5
1.25	2,28	28,2	75,9	18682	75,3	21,7	67,5
2.02	2,54	24,5	78,3	18079	78,6	16,1	78,3
2.05	3,40	24,8	83,8	18276	83,8	17,6	82,3
2.09	2,14	26,3	74,3	18444	74,1	15,7	74,9
2.17	3,38	29,1	83,7	17904	84,1	17,0	82,8
2.26	2,81	29,7	80,4	18356	80,3	15,3	81,4
2.38	3,03	30,6	81,8	18427	81,7	16,9	80,9
2.40	2,96	23,6	81,4	18255	81,4	19,1	78,0
2.46	3,04	25,7	81,9	18167	82,0	18,7	79,0
Mittel	2,88	26,8	80,5	18255	80,5	17,7	78,6
±s	0,41	2,3	3,1	218	3,2	1,8	4,3
Summe	31,64	294,8	885,4	200807	885,3	194,4	864,3

Tab. 37: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 2 in Mastperiode I (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0.57		87,5	----	18234	----	18,6	----
Kotprobe der Box							
1.04	2,38	29,7	76,1	18289	76,0	20,1	74,1
1.11	2,66	24,8	78,6	17690	79,2	17,9	79,4
1.19	2,53	31,4	77,5	18469	77,2	20,9	74,7
1.21	2,86	29,4	80,1	17908	80,4	18,5	80,2
2.03	2,91	27,1	80,4	17510	81,2	20,6	78,3
2.08	2,94	25,8	80,6	17493	81,4	19,0	80,2
2.20	2,72	27,6	79,0	17401	80,0	19,4	78,1
2.28	2,68	27,5	78,7	17966	79,0	19,9	77,2
2.29	2,51	26,9	77,3	18113	77,4	20,3	75,2
2.37	2,86	25,7	80,1	18092	80,2	18,8	79,9
2.42	2,33	28,4	75,5	17924	76,0	20,7	72,8
2.45	3,09	28,9	81,6	18142	81,6	22,6	77,6
Mittel	2,71	27,8	78,8	17916	79,1	19,9	77,3
±s	0,24	1,9	1,9	334	2,0	1,3	2,5
Summe	32,47	333,2	945,4	214997	949,7	238,7	927,7

Tab. 38: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 2 in Mastperiode II (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0.56		89,2	----	18339	----	16,5	----
Kotprobe der Box							
1.04	3,19	30,5	82,4	18138	82,6	16,1	82,9
1.11	2,81	23,5	80,1	18226	80,2	18,1	78,1
1.19	2,95	27,6	81,0	18205	81,2	18,0	79,3
1.21	3,16	30,6	82,3	18339	82,3	17,8	80,9
2.03	3,04	25,8	81,6	17791	82,1	16,3	81,8
2.08	3,54	25,9	84,2	17657	84,8	16,0	84,7
2.20	2,95	27,2	81,0	18330	81,0	17,3	80,1
2.28	2,51	29,5	77,7	18444	77,6	16,4	77,8
2.29	2,59	28,2	78,4	18213	78,5	16,5	78,4
2.37	2,99	26,4	81,3	18142	81,5	15,5	82,4
2.42	3,45	28,5	83,8	17820	84,2	15,7	84,6
2.45	3,05	26,7	81,6	18762	81,2	22,3	75,2
Mittel	3,02	27,5	81,3	18172	81,4	17,2	80,5
±s	0,30	2,1	1,9	304	2,1	1,8	2,9
Summe	36,23	330,4	975,3	218067	977,2	206,0	966,1

Tab. 39: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 3 in Mastperiode I (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		87,6	----	18330	----	19,0	----
Kotprobe der Box							
1.01	2,71	29,4	79,0	18117	79,2	19,6	78,3
1.07	2,60	23,9	78,1	17724	78,8	20,0	76,9
1.15	2,97	25,7	80,8	17707	81,5	19,3	80,5
1.22	2,81	26,9	79,7	18025	80,1	22,6	75,9
2.04	2,41	27,0	76,3	18230	76,5	18,5	77,0
2.12	2,76	27,8	79,3	18125	79,6	17,4	81,1
2.14	2,73	28,8	79,1	17665	79,9	17,4	80,9
2.19	2,58	27,5	77,9	17991	78,3	19,3	77,6
2.23	2,46	25,7	76,8	17728	77,6	18,8	77,1
2.33	2,84	28,2	79,9	18025	80,3	19,0	79,9
2.41	2,73	24,8	79,1	17761	79,8	19,4	78,7
2.47	2,49	28,9	77,1	17916	77,6	17,6	78,8
Mittel	2,67	27,1	78,6	17918	79,1	19,1	78,5
±s	0,17	1,7	1,4	194	1,4	1,4	1,7
Summe	32,09	342,6	943,3	215014	949,0	228,9	942,6

Tab. 40: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 3 in Mastperiode II (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,55		91,3	----	18360	----	17,0	----
Kotprobe der Box							
1.01	2,77	26,4	80,1	18339	80,2	18,9	77,9
1.07	2,80	25,5	80,4	18071	80,7	16,0	81,5
1.15	3,57	26,7	84,6	17736	85,1	19,7	82,1
1.22	3,43	26,3	84,0	17983	84,3	17,8	83,2
2.04	2,83	27,8	80,6	18339	80,6	17,5	80,0
2.12	2,50	27,0	78,0	18268	78,1	16,4	78,8
2.14	3,43	29,2	84,0	17828	84,4	15,4	85,5
2.19	2,65	25,7	79,2	17883	79,8	15,8	80,7
2.23	2,51	24,6	78,1	18293	78,2	17,2	77,8
2.33	3,27	27,3	83,2	18184	83,3	16,9	83,3
2.41	3,39	26,8	83,8	17518	84,5	17,0	83,8
2.47	3,18	27,2	82,7	17845	83,2	16,0	83,7
Mittel	3,03	26,7	81,5	18024	81,9	17,1	81,5
±s	0,39	1,2	2,4	268	2,6	1,3	2,5
Summe	36,33	320,5	978,6	216287	982,4	204,6	978,4

Tab. 41: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 4 in Mastperiode I (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,58		86,6	----	18284	----	18,4	----
Kotprobe der Box							
1.02	3,21	25,0	81,9	17937	82,3	19,7	80,7
1.09	2,39	29,1	75,7	18251	75,8	21,1	72,2
1.17	2,70	25,7	78,5	17744	79,2	20,0	76,7
1.23	2,28	21,5	74,6	18113	74,8	21,5	70,3
2.01	2,95	27,5	80,3	17853	80,8	17,3	81,5
2.10	3,03	25,1	80,9	17912	81,2	21,5	77,6
2.16	3,01	27,7	80,7	18033	81,0	19,1	80,0
2.22	2,53	25,2	77,1	17820	77,7	17,6	78,1
2.24	2,88	24,2	79,9	17711	80,5	21,1	76,9
2.31	2,48	26,1	76,6	18121	76,8	18,7	76,2
2.35	2,82	25,9	79,4	18205	79,5	22,6	74,7
2.44	2,30	25,4	74,8	18109	75,0	20,3	72,2
Mittel	2,72	25,7	78,4	17984	78,7	20,0	76,4
±s	0,31	1,9	2,5	180	2,6	1,6	3,5
Summe	32,58	308,4	940,4	215809	944,6	240,5	917,0

Tab. 42: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 4 in Mastperiode II (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,55		90,4	----	18251	----	17,8	----
Kotprobe der Box							
1.02	2,88	28,9	80,9	17820	81,4	17,3	81,4
1.09	3,23	28,5	83,0	17326	83,8	17,5	83,3
1.17	3,19	28,1	82,8	17472	83,5	17,5	83,0
1.23	2,41	23,0	77,2	18217	77,2	18,2	76,7
2.01	3,09	29,5	82,2	17703	82,7	15,8	84,2
2.10	3,31	28,7	83,4	17439	84,1	16,9	84,2
2.16	3,46	28,5	84,1	17497	84,8	19,1	82,9
2.22	2,29	25,1	76,0	17749	76,6	15,1	79,6
2.24	2,95	26,7	81,4	17657	82,0	16,0	83,2
2.31	2,63	30,6	79,1	18046	79,3	17,1	79,9
2.35	2,94	22,8	81,3	17648	81,9	17,5	81,6
2.44	3,04	24,6	81,9	17736	82,4	17,2	82,5
Mittel	2,95	27,1	81,1	17693	81,6	17,1	81,9
±s	0,36	2,6	2,5	254	2,6	1,1	2,2
Summe	35,42	325,0	973,3	212310	979,7	205,2	982,5

Tab. 43: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 5 in Mastperiode I (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		88,0	----	18280	----	18,3	----
Kotprobe der Box							
1.06	2,34	24,0	75,6	18042	76,0	23,0	69,4
1.10	2,03	25,1	71,9	18209	72,0	21,2	67,5
1.20	2,54	27,8	77,6	18159	77,7	19,4	76,2
1.26	2,66	25,2	78,6	17883	79,0	19,4	77,3
2.07	2,09	23,5	72,7	18209	72,8	19,5	70,9
2.13	2,64	26,4	78,4	17975	78,8	20,0	76,4
2.21	2,79	26,6	79,6	17439	80,5	18,5	79,3
2.27	2,82	27,5	79,8	17443	80,7	21,0	76,8
2.30	2,40	28,6	76,3	18268	76,3	20,2	73,8
2.36	2,50	25,1	77,2	18347	77,1	18,4	77,1
2.39	----	----	----	----	----	----	----
2.48	2,73	26,0	79,1	17807	79,7	19,8	77,4
Mittel	2,50	26,0	77,0	17980	77,3	20,0	74,7
±s	0,27	1,6	2,6	313	2,9	1,3	3,8
Summe	27,54	285,8	846,8	197781	850,6	220,4	822,1

Tab. 44: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 5 in Mastperiode II (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,55		90,7	----	18276	----	15,5	----
Kotprobe der Box							
1.06	2,64	26,1	79,2	18238	79,2	17,2	76,9
1.10	2,65	27,2	79,2	17975	79,6	15,2	79,6
1.20	3,10	24,1	82,3	18356	82,2	18,0	79,4
1.26	2,70	22,0	79,6	18272	79,6	18,3	75,9
2.07	2,45	26,5	77,6	18021	77,9	19,1	72,3
2.13	3,39	28,2	83,8	17770	84,2	14,8	84,5
2.21	2,29	25,7	76,0	17765	76,7	15,6	75,8
2.27	2,92	26,7	81,2	17987	81,5	16,8	79,6
2.30	3,08	29,0	82,1	18377	82,0	16,5	81,0
2.36	----	----	----	----	----	----	----
2.39	3,12	25,4	82,4	18088	82,6	17,2	80,4
2.48	3,30	27,7	83,3	17916	83,7	16,6	82,2
Mittel	2,88	26,2	80,6	18070	80,8	16,8	78,9
±s	0,35	2,0	2,5	217	2,4	1,2	3,4
Summe	31,64	288,6	886,6	198765	889,1	184,3	867,7

Tab. 45: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 6 in Mastperiode I (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		87,7	----	18213	----	18,4	----
Kotprobe der Box							
1.05	2,54	30,6	77,6	17807	78,1	18,2	77,8
1.12	2,80	26,3	79,6	18100	79,8	18,5	79,5
1.18	2,21	28,1	74,2	18360	74,0	19,6	72,5
1.24	2,47	26,0	76,9	17535	77,8	18,9	76,3
2.06	----	----	----	----	----	----	----
2.11	2,90	28,5	80,3	18046	80,5	19,2	79,5
2.15	2,97	24,4	80,8	17782	81,3	19,3	79,9
2.18	2,51	29,1	77,3	17837	77,8	18,6	77,0
2.25	2,55	26,0	77,6	17439	78,6	20,3	75,3
2.32	2,73	26,8	79,1	18067	79,3	19,6	77,8
2.34	2,81	29,3	79,7	18360	79,6	18,2	79,9
2.43	----	----	----	----	----	----	----
Mittel	2,65	27,5	78,3	17933	78,7	19,0	77,6
±s	0,23	1,9	2,0	312	2,0	0,7	2,4
Summe	26,49	275,1	783,3	179333	786,6	190,4	775,6

Tab. 46: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 6 in Mastperiode II (Versuch I)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,56		88,8	----	18276	----	15,3	----
Kotprobe der Box							
1.05	2,65	28,0	78,9	18046	79,1	17,8	75,4
1.12	3,10	30,2	81,9	17962	82,2	15,1	82,2
1.18	2,98	29,1	81,2	18142	81,3	15,8	80,6
1.24	3,04	22,6	81,6	18130	81,7	16,6	80,0
2.06	2,86	24,3	80,4	18025	80,7	16,5	78,9
2.11	3,38	29,7	83,4	18063	83,6	15,5	83,2
2.15	3,25	29,8	82,8	17966	83,1	16,0	82,0
2.18	3,10	29,4	81,9	18042	82,2	16,1	81,0
2.25	2,84	25,2	80,3	18130	80,4	18,1	76,7
2.32	2,73	30,4	79,5	17996	79,8	14,9	80,0
2.34	3,04	28,1	81,6	18314	81,5	16,1	80,6
2.43	2,62	25,4	78,6	18255	78,7	16,7	76,7
Mittel	2,97	27,7	81,0	18089	81,2	16,3	79,8
±s	0,23	2,6	1,5	110	1,5	1,0	2,4
Summe	35,59	332,2	972,1	217071	974,4	195,2	957,2

<u>ANHANG II</u>	88
VERSUCH II	88
II.1 Versuchsanlage	88
II.2 Tiermaterial und -haltung	88
II.3 Futter	89
II.3.1 Futterzusammensetzung	89
II.3.2 Futtermittelanalysen	90
II.3.3 Wirkstoffanalysen	90
II.4 Versuchsdurchführung	91
II.5 Versuchsverlauf	91
II.6 Analysenwerte	91

ANHANG II**VERSUCH II**

In diesem Versuch wurden die nutritiven Effekte der beiden Wirkstoffe Tiamulin und Tylosin überprüft und einer negativen Kontrollgruppe gegenübergestellt.

II.1 Versuchsanlage

Die Versuchsanlage wird in Tabelle 47 dargestellt.

Tab. 47: Versuchsanlage Versuch II

Code		1	2	3	4
Tiamulin	ppm	-	40/10	40/-	-
Tylosin	ppm	-	-	-	40/10
Tierzahl		12x2	12x2	12x2	12x2

(Die höhere Dosierung gilt jeweils für Mastperiode I)

Der Versuch wurde in zwei Abschnitte unterteilt, Mastperiode I bis etwa 50 kg Lebendmasse und Mastperiode II ab etwa 50 kg bis zum Schlachtgewicht von ca. 95 kg LM.

II.2 Tiermaterial und -haltung

Für den Versuch wurden 96 Ferkel im Geschlechtsverhältnis 1 : 1 mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 6,7 kg erworben und nach Masse und Geschlecht auf die Buchten verteilt. Die Buchten wurden nach Zufall den Rationen zugeordnet.

II.3 Futter

Für jede Futtermischung wurde eine Grundmischung hergestellt, die 90% der Rezeptur enthielt (Getreide und Sojaextraktionsschrot). Die restlichen Komponenten, einschließlich der Wirkstoffe, wurden auf der Institutsanlage mit 5% Basale zu einem 10%igen Prämix vermischt. Aus Prämix und Basale wurde auf der Anlage des OWF das Futter in Chargen von 350 - 500 kg hergestellt und anschließend pelletiert.

Das pelletierte Mastalleinfutter I bzw II enthielt in den Wirkstoffrationen TIAMUTIN[®] als Tiamulinhydrogenfumarat, 80%ig (Fa. SANDOZ AG, Basel) bzw. TYLAN[®] als Tylosinphosphat, 25%ig (Fa. ELANCO, Bad Homburg).

II.3.1 Futterzusammensetzung

Tabelle 48 gibt die Futterzusammensetzung wieder:

Tab. 48: Mastalleinfutter I und II

Komponente (%)	Mast I	Mast II
Weizen	45,000	45,000
Mais	18,700	28,130
Hafer	5,000	12,500
Sojaextraktionsschrot	25,000	10,000
Anilac N ¹	2,000	-----
NaCl	0,400	0,400
Dicalciumphosphat	2,300	1,550
Calciumcarbonat	-----	0,920
Spurenelementvormischung "S" ²	0,125	0,125
Vitaminvormischung ³	0,475	0,375
Wirkstoff ⁴	0,500	0,500
Luprosil ⁵	0,500	0,500
	100,000	100,000

¹: Sauermolke, neutralisiert, teilentzuckert, Fa. MEGGLE, Reitmehring

²: Spurenelementvormischung "S" enthält in 1,25 g (= pro 1 kg Futter):
100 mg Fe; 91 mg Zn; 50 mg Cu; 49 mg Mn; 0,18 mg Se.

•: Vitaminmischung enthält in 4,75 (3,75) g

(= pro 1 kg Futter):

Retinol	7,125 (5,625) mg;	Cholecalciferol	52,25 (41,25) µg;
Menadion	1,9 (1,5) mg;	α-D-Tocopherolacetat	57 (45) mg;
Thiamin	8,55 (6,75) mg;	Riboflavin	11,4 (9,0) mg;
Pyridoxin	4,75 (3,75) mg;	Cobalamin	4,75 (3,75) µg;
Biotin	142,5 (112,5) µg;	Folsäure	285 (225) µg;
Niacin	85,5 (67,5) mg;	Ca-pantothenat	28,5 (22,5) mg;
Cholin	712,5 (562,5) mg;	Ascorbinsäure	142,5 (112,5) mg.

•: Wirkstoffe auf Sojafleinmehl:

Tiamulinhydrogenfumarat (80 %ig, Fa. SANDOZ AG, Basel);
Tylosinphosphat (25 %ig, Fa. ELANCO, Bad Homburg);

•: Calciumpropionat, Fa. BASF, Ludwigshafen.

II.3.2 Futtermittelanalysen

Die Untersuchung von Futterproben erfolgte an der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt, Kiel. Aus der Mastperiode I wurde eine Probe jeder Rationsgruppe untersucht, aus Mastperiode II gelangte eine Sammelprobe über alle Rationen zur Untersuchung. Die Untersuchungsergebnisse werden in Tab. 49 wiedergegeben

Tab. 49: Nährstoffgehalte der Rationen im Versuch II

Code	Mastalleinfutter I				Mastalleinfutter II
	1	2	3	4	Sammelprobe 1 - 4
Rohprotein	21,30	19,70	20,20	20,60	13,60
Rohfaser	3,20	3,10	3,10	3,10	2,80
Rohfett	2,70	2,60	2,60	2,60	2,40
Stärke	44,10	42,40	38,90	44,00	48,60
Gesamtzucker	3,80	4,10	4,50	3,40	2,70
Calcium	0,84	0,90	0,90	0,86	0,75
Phosphor	0,81	0,83	0,84	0,83	0,56

II.3.3 Wirkstoffanalysen

Für die Rationen 2 und 3 wurde in der Mastperiode der Wirkstoffgehalt an Tiamulin durch die Firma BIOCHEMIE, Kundl (Tirol), bestimmt. Den Sollwerten von je 40 ppm stehen Analysenwerte von 38,7 ppm (R2) bzw. 37,2 ppm (R3) gegenüber.

II.4 Versuchsdurchführung

Der Wachstumsversuch begann am 12.03.86. Die am Vortag angelieferten 96 Ferkel wurden individuell gekennzeichnet, gewogen und in vier ungefähr gewichts- und geschlechtsgleiche Gruppen eingeteilt. Die Verteilung der Gruppen auf die Rationen erfolgte nach Zufall. Die Gewichtsentwicklung wurde während der Mastperiode I wöchentlich überprüft, während Mastperiode II in 14-tägigem Abstand. Der Futterverzehr wurde täglich gemessen.

II.5 Versuchsverlauf

In dem überwiegend störungslos verlaufenen Versuch verendeten drei Tiere, die im Institut für Tierpathologie der Tierärztlichen Fakultät seziert wurden.

In der zweiten Versuchswoche verendete ein Tier aus Rationsgruppe 2 an Colienterotoxämie. Zwei weitere Schweine starben an akutem Herz - Kreislaufversagen in der 8. Woche (Rationsgruppe 4) und in der 19. Woche (Rationsgruppe 1).

In Rationsgruppe 3 befanden sich bereits zu Versuchsbeginn nur 23 Tiere.

In der zweiten Versuchswoche wurden fünf Tiere (eines aus R1 und je zwei aus R2 und R3) gegen Bronchopneumonie behandelt.

II.6 Analysenwerte

Im Labor ermittelte ich die Werte für Trockensubstanz (in %), Chromoxidgehalt (in % der Trockensubstanz), Energiegehalt (in kJ/kg TS) und Rohproteingehalt (in % der Trockensubstanz) für das Futter und die Kotsammelproben einer jeden Box in jeder Rationsgruppe. Aus diesen Werten wurden die Verdaulichkeitswerte berechnet. Die Ergebnisse werden in den Tabellen 50 bis 57 dargestellt.

Tab. 50: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 1 in Mastperiode I (Versuch II)

	$(Cr_2O_3)_{TS}$ (%)	TS (%)	VQ_{TS} (%)	E_{TS} (kJ/kg TS)	VQ_E (%)	RP_{TS} (%)	VQ_{RP} (%)
Futter: 0,57		87,0	----	18343	----	21,1	----
Kotprobe der Box							
2	2,87	33,0	80,1	17343	81,2	18,2	82,9
8	2,72	27,1	79,0	17757	79,7	20,6	79,5
11	3,24	27,9	82,4	17221	83,5	19,7	83,6
14	2,77	31,0	79,4	17414	80,5	18,2	82,3
17	2,76	27,6	79,3	17083	80,8	20,9	79,5
21	2,44	25,2	76,6	17531	77,7	23,1	74,4
26	3,03	29,4	81,2	16631	82,9	18,9	83,1
30	2,78	29,7	79,5	17372	80,6	21,4	79,2
39	2,84	28,5	79,9	16874	81,5	19,5	81,5
40	2,70	28,9	78,9	17204	80,2	19,5	80,5
44	3,06	29,4	81,4	16895	82,8	18,2	83,9
45	2,95	29,7	80,7	16962	82,1	19,1	82,5
Mittel	2,85	29,0	79,9	17191	81,1	19,8	81,1
$\pm s$	0,21	2,0	1,5	317	1,6	1,5	2,7
Summe	34,16	347,4	958,6	206287	973,6	237,3	972,9

Tab. 51: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 1 in Mastperiode II (Versuch II)

	$(Cr_2O_3)_{TS}$ (%)	TS (%)	VQ_{TS} (%)	E_{TS} (kJ/kg TS)	VQ_E (%)	RP_{TS} (%)	VQ_{RP} (%)
Futter: 0,58		86,4	----	18414	----	14,5	----
Kotprobe der Box							
2	3,20	36,8	81,9	17029	83,2	12,5	84,4
8	2,86	30,8	79,7	17372	80,9	12,9	82,0
11	3,21	33,7	81,9	17347	83,0	13,1	83,7
14	2,76	36,0	79,0	17238	80,3	13,1	81,0
17	3,23	32,8	82,0	17192	83,2	12,7	84,3
21	2,53	32,1	77,1	17305	78,5	13,3	79,0
26	3,22	32,6	82,0	17062	83,3	13,8	82,9
30	2,75	31,7	78,9	17422	80,0	13,3	80,7
39	2,86	32,5	79,7	17167	81,1	13,1	81,7
40	3,38	33,5	82,8	16711	84,4	13,6	83,9
44	3,02	32,0	80,8	16899	82,4	13,3	82,4
45	2,98	34,2	80,5	16916	82,1	14,2	80,9
Mittel	3,00	33,2	80,5	17138	81,9	13,2	82,2
$\pm s$	0,25	1,8	1,7	219	1,7	0,5	1,7
Summe	36,00	398,7	966,4	205660	982,5	158,9	986,7

Tab. 52: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 2 in Mastperiode I (Versuch II)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		87,2	----	18435	----	19,7	----
Kotprobe der Box							
1	2,87	30,0	80,1	17104	81,6	20,9	78,9
5	3,32	30,9	82,8	17041	84,1	17,8	84,5
12	3,24	29,3	82,4	16777	84,0	18,7	83,3
13	3,24	28,4	82,4	17154	83,6	20,7	81,5
22	3,03	28,8	81,2	17188	82,5	19,8	81,1
23	3,48	31,2	83,6	16886	85,0	19,8	83,5
28	3,14	27,4	81,8	17343	82,9	19,5	82,0
29	3,08	29,6	81,5	17238	82,7	19,9	81,3
36	3,50	30,7	83,7	16899	85,1	20,5	83,1
37	3,62	33,0	84,3	16413	86,0	19,8	84,2
41	3,13	26,9	81,8	16987	83,2	22,0	79,7
43	3,38	30,7	83,1	17058	84,4	19,2	83,6
Mittel	3,25	29,7	82,4	17007	83,8	19,9	82,2
±s	0,22	1,7	1,2	246	1,3	1,1	1,8
Summe	39,03	356,9	988,8	204088	1005,1	238,6	986,7

Tab. 53: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 2 in Mastperiode II (Versuch II)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,58		86,3	----	18414	----	15,0	----
Kotprobe der Box							
1	3,62	32,7	84,0	16886	85,3	12,1	87,1
5	2,78	33,1	79,7	17728	79,9	11,3	84,3
13	3,23	33,3	82,0	17024	83,4	13,0	84,4
16	2,91	32,8	80,1	16635	82,0	12,9	82,9
18	2,80	32,7	79,3	17405	80,4	14,6	79,8
22	2,91	32,8	80,1	17150	81,4	11,7	84,5
28	2,83	30,9	79,5	17451	80,6	13,2	82,0
29	2,66	31,7	78,2	17481	79,3	14,3	79,2
36	2,96	33,5	80,4	16970	81,9	14,4	81,2
37	3,06	34,7	81,0	16752	82,8	14,2	82,1
41	3,21	34,9	81,9	16903	83,4	12,7	84,7
43	3,47	32,8	83,3	16962	84,6	13,3	85,2
Mittel	3,04	33,0	80,7	17112	82,1	13,1	83,1
±s	0,29	1,1	1,8	333	1,9	1,1	2,3
Summe	36,44	395,9	968,9	205347	985,1	157,7	997,3

Tab. 54: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 3 in Mastperiode I (Versuch II)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		87,4	----	18498	----	20,7	----
Kotprobe der Box							
3	3,45	29,9	83,5	17225	84,6	19,8	84,2
7	2,78	26,5	79,5	17560	80,5	22,2	78,0
15	3,14	28,7	81,8	17033	83,3	21,2	81,4
16	3,20	27,8	82,2	17121	83,5	18,7	83,9
18	2,95	25,2	80,7	17556	81,7	20,5	80,9
19	3,23	30,5	82,4	16736	84,0	22,1	81,2
27	2,78	26,5	79,5	17251	80,9	21,3	78,9
31	3,36	29,4	83,0	16861	84,5	18,6	84,8
35	3,16	28,9	82,0	16765	83,7	20,8	81,9
38	3,35	33,0	83,0	17129	84,2	19,7	83,8
42	2,60	31,5	78,1	16916	80,0	18,4	80,5
47	3,30	27,6	82,7	16861	84,3	21,4	82,1
Mittel	3,11	28,8	81,5	17085	82,9	20,4	81,8
ts	0,27	2,2	1,7	279	1,7	1,3	2,1
Summe	37,30	345,5	978,3	205014	995,2	244,7	981,5

Tab. 55: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 3 in Mastperiode II (Versuch II)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,58		86,4	----	18410	----	14,6	----
Kotprobe der Box							
3	3,11	30,6	81,4	17054	82,7	13,3	83,0
7	2,74	28,4	78,8	17372	80,0	15,1	78,1
12	3,29	32,8	82,4	16891	83,8	11,7	85,9
15	3,18	30,0	81,8	17096	83,1	14,1	82,4
19	2,79	31,4	79,2	17020	80,8	12,5	82,2
23	3,27	27,1	82,3	16924	83,7	13,5	83,6
27	3,19	33,2	81,8	17271	82,9	12,1	84,9
31	2,90	31,2	80,0	17393	81,1	15,0	79,5
35	2,54	31,1	77,2	17037	78,9	14,0	78,1
38	2,77	33,6	79,1	17246	80,4	14,3	79,5
42	2,92	32,7	80,1	16962	81,7	12,9	82,4
47	3,00	33,4	80,7	16794	82,4	13,7	81,9
Mittel	2,98	31,3	80,4	17088	81,8	13,5	81,8
ts	0,24	2,0	1,6	193	1,6	1,1	2,5
Summe	35,70	375,5	964,6	205060	981,5	162,2	981,5

Tab. 56: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 4 in Mastperiode I (Versuch II)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		87,4	----	18418	----	20,4	----
Kotprobe der Box							
4	3,04	29,3	81,3	17041	82,7	17,2	84,2
6	3,40	30,3	83,2	17121	84,4	16,9	86,1
9	3,24	28,7	82,4	17460	83,3	21,4	81,5
10	3,36	29,3	83,0	17338	84,0	19,6	83,7
20	3,01	29,0	81,1	17468	82,0	19,5	81,9
24	3,07	29,9	81,4	17234	82,6	20,3	81,5
25	2,90	29,8	80,3	17045	81,8	17,1	83,5
32	3,44	29,8	83,4	17213	84,5	20,1	83,7
33	3,17	28,8	82,0	16824	83,6	22,9	79,8
34	3,23	28,1	82,4	17150	83,6	20,6	82,2
46	3,34	31,0	82,9	17020	84,2	23,5	80,3
48	2,85	31,8	80,0	17560	80,9	20,1	80,3
Mittel	3,17	29,7	82,0	17206	83,1	19,9	82,4
±s	0,20	1,0	1,1	218	1,1	2,1	1,9
Summe	38,05	355,8	983,5	206474	997,7	239,2	988,8

Tab. 57: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 4 in Mastperiode II (Versuch II)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,58		86,5	----	18381	----	15,0	----
Kotprobe der Box							
4	2,91	32,9	80,1	16987	81,6	12,3	83,7
6	3,23	36,0	82,0	17355	83,0	14,3	82,9
9	3,00	29,8	80,7	17271	81,8	12,5	83,9
10	2,91	34,4	80,1	17276	81,3	12,6	83,3
20	3,26	35,9	82,2	17024	83,5	12,7	84,9
24	2,76	34,9	79,0	17497	80,0	13,6	80,9
25	3,04	29,7	80,9	16953	82,4	14,2	81,9
32	3,00	31,7	80,7	17146	82,0	12,8	83,5
33	2,31	32,5	74,9	17280	76,4	13,6	77,2
34	2,73	30,7	78,8	16974	80,4	12,9	81,7
46	2,80	33,6	79,3	16690	81,2	12,2	83,2
48	2,54	31,9	77,2	17326	78,5	13,7	79,1
Mittel	2,87	32,8	79,6	17148	81,0	13,1	82,2
±s	0,27	2,2	2,1	227	2,0	0,7	2,2
Summe	34,49	394,0	955,7	205779	972,1	157,4	986,3

	Seite
<u>ANHANG III</u>	98
VERSUCH III	98
III.1 Versuchsanlage	98
III.2 Tiermaterial und - haltung	98
III.3 Futter	99
III.3.1 Futterzusammensetzung	99
III.3.2 Futtermittelanalyse	100
III.3.3 Wirkstoffanalysen	101
III.4 Versuchsdurchführung	101
III.5 Versuchsverlauf	101
III.6 Analysenwerte	102

ANHANG III

VERSUCH III

Ziel dieses Versuches war es, den nutritiven Effekt von Tiamulin über die gesamte Mastdauer und im Vergleich zur Muttersubstanz Pleuromulin zu untersuchen.

III.1 Versuchsanlage

Über die Versuchsanlage informiert Tabelle 58.

Tab. 58: Versuchsanlage Versuch I

Code	1	2	3	4
Pleuromulin ppm	-	25	50/20	-
Tiamulin ppm	-	-	-	40/10
Tierzahl	12x2	12x2	12x2	12x2

(Die höhere Dosierung gilt jeweils für Mastperiode I)

Der Versuch wurde in zwei Abschnitte unterteilt, Mastperiode I bis etwa 45 kg Lebendmasse und Mastperiode II ab etwa 45 kg bis zum Schlachtgewicht von ca. 103 kg LM.

III.2 Tiermaterial und -haltung

Für den Versuch wurden 96 Ferkel mit einer durchschnittlichen Lebendmasse von 7,5 kg aufgestellt und blockweise nach Zufall auf die Futterrationen verteilt. Das Geschlechtsverhältnis war 55 weibliche zu 41 männlich-kastrierten Tieren.

III.3 Futter

Für jede Futtermischung wurde eine Grundmischung hergestellt, die 90% der Rezeptur enthielt (Getreide und Sojaextraktionsschrot). Die restlichen Komponenten, einschließlich der Wirkstoffe, wurden auf der Institutsanlage zu einem 10%igen Prämix vermischt. Aus Prämix und Basale wurde auf der Anlage des OWF das Futter hergestellt (die Chargen variierten von 350 - 500 kg) und anschließend pelletiert.

Das pelletierte Mastalleinfutter I bzw. II enthielt in den Wirkstoffgruppen Pleuromulin 90%ig und Tiamulinhydrogenfumarat 80%ig (Fa. SANDOZ AG, Basel).

III.3.1 Futterzusammensetzung

Tabelle 59 gibt die Futterzusammensetzung wieder.

Tab. 59: Mastalleinfutter I und II im Versuch III

Komponente (%)	Mast I	Mast II
Weizen	45,000	45,000
Mais	15,000	24,170
Hafer	5,000	12,500
Sojaextraktionsschrot	25,000	14,000
Anilac N ¹	5,000	-----
Lysin-HCl ²	0,200	-----
NaCl	0,400	0,400
Dicalciumphosphat	2,300	1,520
Calciumcarbonat	0,500	0,910
Spurenelementvormischung "S" ³	0,125	0,125
Vitaminvormischung ⁴	0,475	0,375
Wirkstoff ⁵	0,500	0,500
Luprosil ⁶	0,500	0,500
	<u>100,000</u>	<u>100,000</u>

¹: Sauermolke, neutralisiert, teilentzuckert, Fa. MEGGLE, Reitmehring

²: Fa. LOHMANN, Cuxhaven

³: Spurenelementvormischung "S" enthält in 1,25 g
(= pro 1 kg Futter):
100 mg Fe; 91 mg Zn; 50 mg Cu; 49 mg Mn; 0,18 mg Se.

*: Die Vitaminvormischung enthält in 4,75 (3,75) g
(= pro 1 kg Futter):

Retinol	7,125 (5,625) mg;	Cholecalciferol	52,25 (41,25) µg;
Menadion	1,9 (1,5) mg;	α-D-Tocopherolacetat	57 (45) mg;
Thiamin	8,55 (6,75) mg;	Riboflavin	11,4 (9,0) mg;
Pyridoxin	4,75 (3,75) mg;	Cobalamin	4,75 (3,75) µg;
Biotin	142,5 (112,5) µg;	Folsäure	285 (225) µg;
Niacin	85,5 (67,5) mg;	Ca-pantothenat	28,5 (22,5) mg;
Cholin	712,5 (562,5) mg;	Ascorbinsäure	142,5 (112,5) mg;

*: Wirkstoffe auf Sojafeinmehl: Pleuromulin 90%ig bzw.
Tiamulinhydrogenfumarat 80%ig (beide: Fa. SANDOZ AG, Basel)

*: Calciumpropionat, Fa. BASF, Ludwigshafen

III.3.2 Futtermittelanalysen

Die Untersuchung von Futterproben jeder Rationsgruppe auf ihren Nährstoffgehalt erfolgte an der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt, Kiel. Über die Ergebnisse unterrichten Tabellen 60 und 61.

Tab. 60: Mastalleinfutter I

Code	1	2	3	4
Rohprotein	19,60	18,10	19,30	18,80
Rohfaser	3,80	3,90	3,90	3,70
Rohfett	2,20	2,50	2,30	2,30
Rohasche	6,50	6,70	6,60	6,80
Stärke	38,50	37,00	38,50	37,80
Gesamtzucker	4,50	4,70	4,20	4,10
Calcium	1,30	1,20	1,30	1,30
Phosphor	0,88	0,84	0,89	0,87

Tab. 61: Mastalleinfutter II

Code	1	2	3	4
Rohprotein	15,80	15,80	15,50	16,00
Rohfaser	3,00	2,90	2,80	2,70
Rohfett	2,60	2,70	2,60	2,50
Rohasche	n.n	n.n	n.n	n.n
Stärke	47,10	46,30	46,10	46,50
Gesamtzucker	2,80	2,90	2,90	3,00
Calcium	0,88	0,88	0,96	0,92
Phosphor	0,67	0,67	0,69	0,65

n.n = nicht nachgewiesen

III.3.3 Wirkstoffanalysen

Die Konzentration der Wirkstoffe wurde von Firma BIOCHEMIE, Kundl (Tirol) untersucht (Tab. 62)

Tab. 62: Analyse der Wirkstoffgehalte der Rationen im Versuch III

Code		1	2	3	4
Pleuromulin	ppm Soll	0	25	50	-
	Ist	0	16	33	-
Tiamulin	ppm Soll	0	-	-	40
	Ist	0	-	-	26

III.4 Versuchsdurchführung

Der Wachstumsversuch begann am 21.08.85. Die am Vortag angelieferten 96 Ferkel wurden individuell gekennzeichnet, gewogen und in vier ungefähr gewichts- und geschlechtsgleiche Gruppen eingeteilt. Für die Kontrolle der Gewichtsentwicklung und Bestimmung der Futterverwertung wurden die Tiere während der Mastperiode I alle zwei Wochen gewogen, während Mastperiode II alle vier Wochen. Der Futterverzehr wurde täglich gemessen.

III.5 Versuchsverlauf

Der Verlauf des Versuches kann als weitgehend störungsfrei bezeichnet werden. Vier Tiere verendeten und wurden im Institut für Tierpathologie der Tierärztlichen Fakultät einer Sektion unterzogen.

In der Rationsgruppe 1 verendeten zwei Tiere in der 11. und 18. Versuchswoche an konstitutionellem Kreislaufversagen im Sinne des Porcinen Stress Syndroms. Aus Gruppe 3 verendete ein Tier in der 8. Versuchswoche an Kreislaufversagen aufgrund einer Lungenläsion. In der Rationsgruppe 4 schließlich war in der 6. Woche der Verlust eines Tieres die Folge einer Infektionskrankheit vom Typ der Glässerschen Krankheit.

III.6 Analysenwerte

Über die Ergebnisse der von mir im Labor durchgeführten Analysen unterrichten die Tabellen 63 bis 70. Für jede Rationsgruppe wurde eine Futterprobe sowie die Kotstichprobensammlungen auf ihren Gehalt an Trockensubstanz (in %), Chromoxid (in % der Trockensubstanz), Energie (in kJ/kg Trockensubstanz) und Rohprotein (in % der Trockensubstanz) untersucht. Aus den analytisch ermittelten Daten wurden die Verdaulichkeitsquotienten berechnet, die ebenfalls in den folgenden Tabellen aufgelistet sind.

Tab. 63: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 1 in Mastperiode I (Versuch III)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ7kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,58		86,8	----	18117	----	21,4	----
Kotprobe der Box							
1	2,91	26,4	80,1	16932	81,4	22,9	78,7
8	3,20	27,3	81,9	16635	83,4	20,3	82,8
11	2,79	26,4	79,2	16803	80,7	21,0	79,6
14	2,75	26,7	78,9	16652	80,6	20,9	79,4
20	2,73	24,7	78,8	16844	80,3	23,1	77,1
23	2,84	23,5	79,6	15965	82,0	17,5	83,3
26	2,70	27,1	78,5	16681	80,2	20,6	79,3
29	2,62	27,7	77,9	16476	79,9	22,9	76,3
35	2,80	24,3	79,3	16677	80,9	23,1	77,6
38	2,59	25,3	77,6	16711	79,3	22,3	76,7
41	2,96	27,9	80,4	16752	81,9	20,2	81,5
48	2,85	23,8	79,7	16334	81,7	18,2	82,7
Mittel	2,81	25,9	79,3	16622	81,0	21,1	79,6
±s	0,16	1,5	1,2	261	1,1	1,9	2,5
Summe	33,74	311,1	951,7	199462	972,2	253,0	955,0

Tab. 64: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 1 in Mastperiode II (Versuch III)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,58		86,8	----	18439	----	17,3	----
Kotprobe der Box							
1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
8	3,30	36,0	82,4	16861	83,9	14,9	84,9
11	3,14	30,2	81,5	16522	83,4	14,9	84,1
14	3,08	35,3	81,2	16451	83,2	14,2	84,5
20	3,21	32,8	81,9	16635	83,7	14,4	85,0
23	3,24	29,8	82,1	17451	83,1	15,4	84,1
26	3,00	28,9	80,7	16589	82,6	15,4	82,8
29	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
35	3,08	28,9	81,2	16455	83,2	15,1	83,6
38	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
41	3,41	32,3	83,0	16325	84,9	14,4	85,8
48	3,03	32,7	80,9	17033	82,3	15,6	82,7
Mittel	3,17	31,9	81,6	16702	83,4	14,9	84,2
±s	0,14	2,6	0,8	356	0,8	0,5	1,0
Summe	28,49	286,8	734,8	50322	750,4	134,3	757,5

Tab. 65: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 2 in Mastperiode I (Versuch III)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		87,4	----	18142	----	20,9	----
Kotprobe der Box							
2	3,16	28,5	82,0	16664	83,4	18,4	84,1
5	2,69	22,5	78,8	16426	80,8	22,1	77,6
12	3,20	28,6	82,2	16267	84,0	19,0	83,8
15	2,73	24,1	79,1	17108	80,3	21,5	78,5
19	2,76	23,6	79,3	17004	80,6	21,8	78,5
22	2,62	22,7	78,2	16861	79,8	21,9	77,2
25	2,61	27,0	78,2	16547	80,1	18,6	80,6
32	2,81	24,2	79,7	16267	81,8	19,2	81,4
33	2,77	25,3	79,4	16443	81,3	17,6	82,7
40	2,82	26,6	79,8	16711	81,4	18,8	81,8
43	2,47	24,4	76,9	16681	78,8	23,1	74,5
46	2,35	20,3	75,7	17129	77,1	23,3	73,0
Mittel	2,75	24,8	79,1	16676	80,8	20,4	79,5
±s	0,24	2,5	1,8	302	1,9	2,0	3,6
Summe	32,99	297,8	949,4	200108	969,5	245,3	953,6

Tab. 66: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 2 in Mastperiode II (Versuch III)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		87,0	----	18439	----	16,0	----
Kotprobe der Box							
2	----	----	----	----	----	----	----
5	2,91	29,3	80,4	16667	82,3	15,9	80,5
12	3,12	33,5	81,7	17171	83,0	13,0	85,2
15	2,89	27,4	80,3	17112	81,7	17,6	78,3
19	3,09	28,3	81,6	16405	83,6	13,5	84,4
22	3,01	27,3	81,1	16120	83,4	14,9	82,4
25	2,82	32,0	79,8	17096	81,3	13,6	82,8
32	----	----	----	----	----	----	----
33	3,41	33,1	83,3	16543	85,0	14,3	85,1
40	3,19	38,0	82,1	17150	83,4	14,9	83,4
43	----	----	----	----	----	----	----
46	3,05	29,0	81,3	16539	83,2	17,6	79,4
Mittel	3,05	30,9	81,3	16757	83,0	15,0	82,4
±s	0,18	3,6	1,1	387	1,1	1,7	2,5
Summe	27,49	277,9	731,6	150813	746,9	135,3	741,5

Tab. 67: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 3 in Mastperiode I (Versuch III)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		87,0	----	18305	----	21,0	----
Kotprobe der Box							
3	3,08	27,9	81,5	16384	83,4	20,1	82,3
6	2,77	24,9	79,4	16397	81,6	18,7	81,7
9	2,69	25,6	78,8	16627	80,8	18,0	81,8
16	2,81	29,1	79,7	16623	81,6	18,2	82,4
18	2,99	30,0	80,9	16250	83,1	18,1	83,6
21	2,82	26,0	79,8	16413	81,9	18,9	81,8
28	2,59	24,7	78,0	16459	80,2	21,1	77,9
31	2,77	27,1	79,4	16932	81,0	22,4	78,1
36	2,84	25,8	79,9	16489	81,9	20,9	80,0
39	2,82	25,2	79,8	16484	81,8	21,1	79,7
42	2,60	23,9	78,1	16547	80,2	22,9	76,1
45	2,59	27,1	78,0	16790	79,8	20,3	78,7
Mittel	2,78	26,4	79,4	16533	81,4	20,1	80,3
±s	0,15	1,8	1,1	188	1,1	1,7	2,3
Summe	33,37	317,3	953,4	198395	977,2	240,7	964,1

Tab. 68: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 3 in Mastperiode II (Versuch III)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		87,0	----	18460	----	16,3	----
Kotprobe der Box							
3	----	----	----	----	----	----	----
6	----	----	----	----	----	----	----
9	3,11	28,4	81,7	16836	83,3	15,2	82,9
16	3,19	32,7	82,1	16447	84,1	13,8	84,9
18	2,90	31,9	80,3	16443	82,5	13,7	83,5
21	3,06	33,4	81,4	16606	83,2	13,7	84,3
28	3,13	27,2	81,8	16137	84,1	14,8	83,5
31	----	----	----	----	----	----	----
36	----	----	----	----	----	----	----
39	----	----	----	----	----	----	----
42	3,37	30,7	83,1	16510	84,9	16,3	83,1
45	----	----	----	----	----	----	----
Mittel	3,13	30,7	81,7	16497	83,7	14,6	83,7
±s	0,15	2,5	0,9	229	0,8	1,1	0,8
Summe	18,76	184,3	490,4	98979	502,1	87,5	502,2

Tab. 69: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 4 in Mastperiode I (Versuch III)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,57		87,4	----	18305	----	20,3	----
Kotprobe der Box							
4	3,06	30,2	81,4	16288	83,4	18,4	83,1
7	2,98	30,2	80,9	16095	83,2	16,2	84,7
10	2,95	28,1	80,7	16309	82,8	19,5	81,4
13	3,12	30,1	81,7	16807	83,2	16,8	84,9
17	2,68	22,3	78,7	17016	80,2	20,8	78,2
24	2,65	23,9	78,5	16840	80,2	18,0	80,9
27	2,86	25,4	80,1	16907	81,6	20,1	80,3
30	3,03	28,3	81,2	16179	83,4	17,1	84,2
34	2,86	27,6	80,1	16355	82,2	17,9	82,4
37	2,98	26,4	80,9	16070	83,2	19,3	81,8
44	2,67	25,7	78,7	16417	80,9	21,1	77,8
47	2,56	24,6	77,7	16363	80,1	20,7	77,3
Mittel	2,87	26,9	80,0	16471	82,0	18,8	81,4
±s	0,18	2,6	1,3	332	1,4	1,7	2,6
Summe	34,40	322,8	960,5	197646	984,4	225,9	977,1

Tab. 70: Analysenwerte und Verdaulichkeitsquotienten für Ration 4 in Mastperiode II (Versuch III)

	(Cr ₂ O ₃) _{TS} (%)	TS (%)	VQ _{TS} (%)	E _{TS} (kJ/kg TS)	VQ _E (%)	RP _{TS} (%)	VQ _{RP} (%)
Futter: 0,58		86,1	----	18498	----	18,1	----
Kotprobe der Box							
4	----	----	----	----	----	----	----
7	3,15	36,2	81,6	16635	83,4	13,1	86,7
10	3,20	28,8	81,9	18096	82,3	15,5	84,5
13	3,43	36,1	83,1	18100	83,5	13,8	87,1
17	3,17	31,4	81,7	16635	83,5	14,3	85,5
24	3,33	29,9	82,6	16794	84,2	13,3	87,2
27	3,20	27,9	81,9	16711	83,6	15,7	84,3
30	----	----	----	----	----	----	----
34	3,28	33,2	82,3	16472	84,3	14,2	86,1
37	----	----	----	----	----	----	----
44	----	----	----	----	----	----	----
47	----	----	----	----	----	----	----
Mittel	3,25	31,9	82,1	17063	83,5	14,3	85,9
±s	0,10	3,4	0,5	714	0,7	1,0	1,2
Summe	22,76	223,5	575,0	119443	584,8	99,9	601,4

Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle Herrn Prof.Dr.J. Gropp für die Überlassung des Themas und die jederzeit gewährte freundliche und großzügige Hilfestellung während der Durchführung der Laborarbeit und bei der Verfassung des Textes.

Für die Arbeiten im Zusammenhang mit den Versuchstieren möchte ich mich beim Tierpflegepersonal des Oberwiesenfeldes bedanken.

Weiterer Dank gilt Frau E. Stadler für die entgegenkommende Unterstützung im Labor.

Zuletzt danke ich meiner Mutter und meiner Frau, die an der organisatorischen Abwicklung der Kotsammlung mitwirkten, sowie Herrn C. Meier, der mir einen Computer mit Textbearbeitungsprogramm zur Verfügung stellte.

LEBENS LAUF

Werner Otto Englisch

- 13.07.1957 geboren in München-Pasing
Vater: Otto Englisch, Schlosser
Mutter: Maria Englisch, geb. Denk
- 1963 - 1967 Volksschule in Emmering
- 1967 - 1976 Graf-Rasso-Gymnasium in Fürstenfeldbruck
- 25.06.1976 Abitur
- 1976 - 1977 Grundwehrdienst
- 1980 - 1982 Studium der Chemie an der Ludwig-Maximilians-Universität München
- 1982 - 1987 Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München
- 10.10.1986 Heirat mit Frä. Barbara Kindlinger
- 17.12.1987 Staatsexamen
- 07.03.1988 Approbation als Tierarzt



